

# الجهاز العصبي

وعلاقته بالغذاء والتلوث البيئي



إعداد

أ. د. محمد أمين عبدالله

د. منى عبدالرحمن على



المكتبة الأكاديمية

# الجهاز العصبي

وعلاقته بالغذاء والتلوث البيئي

إعداد:

أ. د. محمد أمين عبد الله  
عميد كلية التربية النوعية بالقاهرة سابقاً  
وأستاذ علوم الأغذية - كلية الزراعة  
جامعة عين شمس

د. هنى عبد الرحمن على عثمان  
مدرس فسيولوجيا الجهاز العصبي  
كلية العلوم - جامعة حلوان



الناشر

المكتبة الأكاديمية

١٩٩٩



## محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
تقديم .....	٥
مصادر المعلومات .....	٧
<b>الفصل الأول</b>	
<b>الجهاز العصبي</b>	
تركيب الجهاز العصبي .....	١٣
تقسيم الجهاز العصبي .....	١٦
الومضة العصبية .....	٢٣
<b>الفصل الثاني</b>	
<b>التغذية والهضم والطاقة</b>	
مفهوم التغذية .....	٢٩
البروتينات .....	٣٠
قياس كفاءة البروتين .....	٤١
الإتزان النيتروجيني .....	٤٢
الكربوهيدرات .....	٤٣
الدهون .....	٤٧
الهضم .....	٥١
الإمتصاص .....	٦٥
بعض الظواهر المتعلقة بالجهاز الهضمي (الجوع - العطش) .....	٧٢
وظائف الكبد .....	٧٦
الأبيض الغذائي والطاقة .....	٨٠
دورة كريس .....	٨٣
أبيض البروتين .....	٨٥
أبيض الدهون .....	٨٦
الطاقة وإنقباض العضلات .....	٩٠



٩٣	..... الأيض وتكوين الطاقة
٩٩	..... الماء
١٠١	..... امتصاص الماء وتكوين البول
<b>الفصل الثالث</b>	
<b>الموصلات العصبية</b>	
١٠٧	..... الأحماض الأمينية
١٠٩	..... الأستيل كولين
١١٠	..... الكاتيكول أمين
١١٤	..... السيروتونين
<b>الفصل الرابع</b>	
<b>الفيتامينات والجهاز العصبي</b>	
١٢٢	..... أنواع الفيتامينات
١٢٧	..... الأضرار الناتجة عن زيادة الفيتامينات
١٣٥	..... الخواص العامة للفيتامينات
<b>الفصل الخامس</b>	
<b>الأملاح المعدنية والجهاز العصبي</b>	
١٤٣	..... الأملاح المعدنية والجهاز العصبي
<b>الفصل السادس</b>	
<b>مضافات الطعام والجهاز العصبي</b>	
١٥١	..... مضافات الطعام
١٥٣	..... تقسيم المواد المضافة
<b>الفصل السابع</b>	
<b>التلوث البيئي والجهاز العصبي</b>	
١٦٣	..... تلوث الهواء
١٦٤	..... تلوث الماء
١٦٩	..... البيئة والطاقة الذرية
١٧٢	..... البيئة والمبيدات الحشرية
١٧٥	..... شرح المصطلحات
١٨٧	..... المراجع

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### تقديم

تشير الأبحاث العالمية الحديثة في مختلف مجالات العلم إلى اتباع أساليب علمية مبتكرة في استخلاص وعرض المعلومات؛ حتى يتاح للدارس الاستفادة القصوى من الحقائق العلمية وتوظيفها في الخدمة التعليمية والبحثية.

ومن ناحية أخرى.. فإن الربط بين الحقائق العلمية بعضها ببعض، وبين جوانب العلم المتعددة من علوم الكيمياء والطبيعة وعلوم الأحياء والعلوم البيولوجية والفسولوجية والعلوم الإحصائية والرياضية، بالإضافة إلى العلوم التطبيقية أصبح من الاستراتيجيات العلمية الهادفة؛ حتى يمكن الاستفادة من خصائص كل المجالات العلمية في تنمية القدرة العلمية لدى الدارسين والبحاث..

وباستعراض ما هو منشور في المجالات والدوريات العلمية العالمية، وفي المراجع المتخصصة وفي الموسوعات العلمية، وكذلك ما هو متاح في بنوك المعلومات المحلية والدولية، أو ما يمكن معرفته من خلال الشبكات المحلية والدولية المتصلة بأنظمة الحاسب الآلى، يتضح الربط الوثيق بين كافة مصادر المعرفة، مع استحداث الأسلوب الرياضى كعنصر أساسى فى استعراض وسرعة الوصول إلى تحقيق الهدف المطلوب.

وقد اتبع فى هذا الكتاب الأسلوب العلمى الذى يعتمد على محاولة ارتباط الخصائص الفسيولوجية مع المواد الغذائية التى يتناولها الفرد.

ومن المعروف أن علم الفسيولوجى هو أحد العلوم البيولوجية المهمة، والتى تتعلق بدراسة الخصائص الوظيفية للكائن الحى.

وسوف لا يتطرق الكتاب إلى تصنيف علم الفسيولوجى من فسيولوجى عام General Physiology، أو فسيولوجيا الحيوان Animal Physiology، والفسيولوجى

المقارن Comparative Physiology، أو فسيولوجيا الأمراض Pathological Physiology، ولكنه سوف يعطى بعض المؤشرات الخاصة بما هو معروف باسم electrophysiology، والذي يرتبط بالخلايا العصبية ودور المواد الغذائية وتركيبها على هذه الخصائص.

وتعتبر الطبعة الحالية من الكتاب محاولة هادفة لإلقاء الضوء على هذا الاتجاه، والتي سوف يتبعها سلسلة من الكتب تعتمد على الأثر الواضح والأكيد للمواد الغذائية وعلاقتها بجميع النواحي الفسيولوجية للإنسان.

وأخيراً نسأل الله العزيز القدير أن يوفقنا في مسيرتنا العلمية....

## مصادر المعلومات

تطرقنا عند تجميع معلومات هذا الكتاب إلى مصادر عديدة، وسوف نوضح بصورة مختصرة أهمية هذه المصادر وأنواعها.

أولاً: المراجع العلمية:

١- Textbooks، وفيه تبني المعلومات المتاحة على أساس تجارب علمية وفعلية، مع رأى المؤلف في هذه التجارب.

ب - Reference books، وهو يحتوى على معلومات قد تختلف في تطبيقها من دولة لأخرى، طبقاً للظروف المتاحة في كل دولة، ويقع في نطاق هذه المجموعة:

١ - كتب مؤتمرات: يصدر عن المؤتمر العلمى كتابان: الأول قبل بدء المؤتمر، ويتضمن موجز البحوث التى ستلقى، ويسمى ملخص بحوث المؤتمر، والكتاب الثانى يصدر بعد انتهاء المؤتمر ويتضمن البحوث التى تم تقييمها وألقيت فى المؤتمر وتعليقات الحاضرين وتوصيات المؤتمر، ويسمى هذا الكتاب وقائع المؤتمر Proceeding of Conference.

٢ - جامع موضوعى Monograph:

كتاب يشمل تقريراً مكتوباً عن موضوع معين، حيث يشمل الدراسات ذات التفاصيل الدقيقة للموضوع.

٣ - الكتاب السنوى Year book: يحتوى على الموضوعات التى حدثت فى السنوات السابقة والجارية مثل كتاب الإحصاء السنوى.

٤ - المصنف Symposium يحتوى على نتائج البحوث المتعلقة بناحية معينة.

ثانياً: دائرة المعارف Encyclopedia:

تعتبر دائرة المعارف من أسرع الوسائل العلمية تجميعاً للموضوع المراد البحث فيه،

وهناك دائرة معارف خاصة تقريباً بكل دولة (مثل دائرة المعارف الأمريكية - البريطانية - المصرية) والمعلومات المتاحة تفهرس على أساس الحروف الأبجدية. وتصدر فى جزء واحد أو عدة أجزاء، كل عام أو كل عدة سنوات، ومن مميزات إعطاء خلفية علمية وتاريخية فى الوقت نفسه.

### ثالثاً : بنوك المعلومات Information Banks :

يوجد حالياً فى جمهورية مصر العربية مراكز رئيسية لتجميع المعلومات متصلة بجميع انحاء العالم International Information Banks، وهذه البنوك تهتم بصفة رئيسية بالتواحي العلمية والتطبيقية والتربوية. ويمكن عن طريق الاتصال بأنظمة الفاكس الحصول على المعلومة، إما مطبوعة أو على شاشة جهاز الكمبيوتر، ويوجد منها عديد على أحدث مستوى عالمى، مثل:

- مركز المعلومات التابع لمجلس الوزراء.

- مركز المعلومات بالقوات المسلحة.

- مركز المعلومات بجامعة عين شمس.

- مركز المعلومات بأكاديمية البحث العلمى.

### رابعاً : براءة الاختراعات :

تعتبر براءة الاختراع من الوسائل العلمية التى تستخدم عادة لنشر الحقائق العلمية، التى تمت تجربتها ونجحت فعلياً. وهناك جهات متخصصة لتسجيل براءة الاختراعات، مثل أكاديمية البحث العلمى فى جمهورية مصر العربية.

### خامساً : الدوريات العلمية Periodicals :

تعتبر الدوريات العلمية من مصادر المعلومات المهمة التى يعتمد عليها فى تجميع المادة العلمية، وهذه الدوريات قد تكون شهرية أو ربع سنوية أو نصف سنوية. وتنقسم الدوريات إلى:



١ - المجلات أو الجرائد العلمية Scientific Journals وهذه الجرائد تكون متخصصة في مجال معين، وقد تكون ربع سنوية أو نصف سنوية أو سنوية. وتقوم بنشر البحوث في صورة مختلفة مثل:

١ - بحث Paper يتناول موضوعاً علمياً مبتكراً.

٢ - المقالة Article تنشر البيانات في صورة مقالة تربط بينها وبين المعلومات السابقة.

٣ - مقال مراجعة Revision يتم فيه جمع المواد واستعراض بحوث الآخرين وترتيبها منطقياً وعلمياً.

٤ - ملحوظة أو خطاب للمحرر Note, letter to editor وينشر لتسجيل السبق العلمى، ثم يستكمل البحث بعد ذلك.

**سادساً: سلسلة الكتب المتقدمة Advanced books :**

وهي تعتبر من أحدث وسائل تجميع المعلومات وأدقها، حيث يشتمل الموضوع الواحد فيها على استعراض لما تم نشره في هذا المجال بتسلسل زمني حتى سنة نشر الكتاب تقريباً.

**سابعاً: النشرات Bulletins:**

تقوم بعض الهيئات بتقديم المعلومات في صورة نشرات بحثية، تتضمن طرق ونتائج بحث معين.

**ثامناً: المختصرات Abstracts :**

وينشر فيها ملخصات البحوث التي تنشر في المجلات المختلفة دون تعليق أو مناقشة للنتائج، وتتضمن المصدر الذي نشر فيه البحث.

**تاسعاً: الفهرس Index :**

وهو عبارة عن وسيلة ترتب فيها الموضوعات ترتيباً أبجدياً، وتقوم الدوريات بإصدار

فهارس خاصة بها على هيئة قوائم، ترتب فيها الموضوعات أو أسماء المؤلفين.

**عاشراً : C. D. Rom :**

يعتبر هذا النظام من أحدث أنظمة تجميع المعلومات فى العالم، وقد ظهر فى البداية فى بريطانيا والولايات المتحدة الأمريكية، ثم بدأ ينتشر على مستوى العالم. ويمكن لهذا النظام استيعاب كمية كبيرة جداً من المعلومات، ويمكن الحصول عليها بسرعة فائقة مع الدقة البالغة.

الفصل الأول  
الجهاز العصبي



## الجهاز العصبي

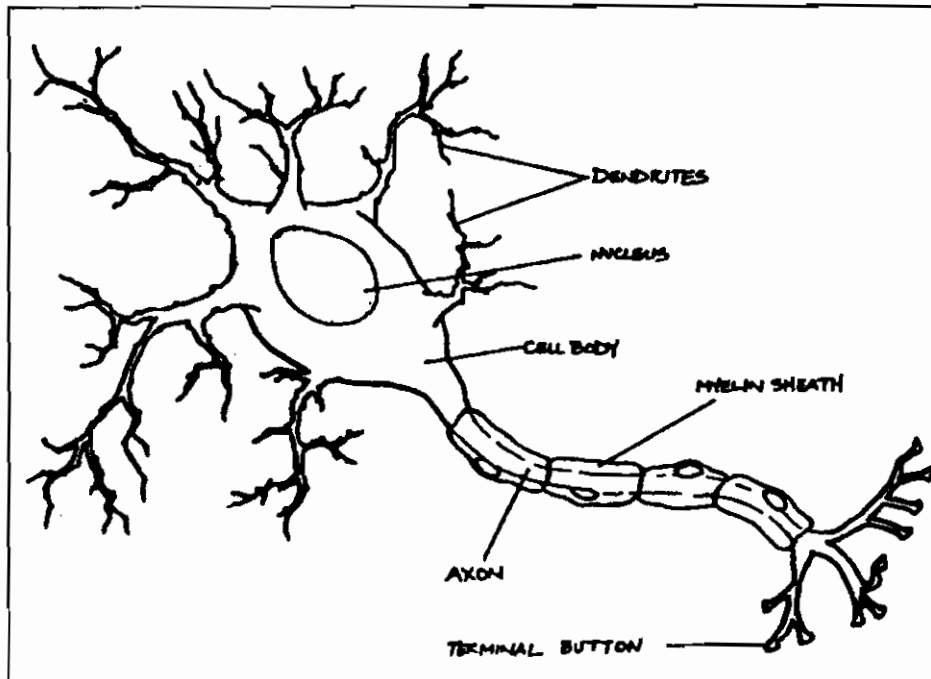
ثبت من الدراسات الحديثة أن التغذية تلعب دوراً مهماً في وظيفة الجهاز العصبي المركزي، وبالتالي في السلوك، وأن نقص بعض المواد الأساسية يمكن أن يضر بوظائف ونمو الجهاز العصبي، وتعطى سلوكاً مختلفاً. ومنذ ٢٠ عاماً تقريباً ثبت أن الغذاء يلعب دوراً مهماً في نمو المخ وتكوين الموصلات العصبية Neurotransmitters، فماذا نعرف عن الجهاز العصبي؟

يعمل الجهاز العصبي على تنظيم الوظائف الحيوية المختلفة في الجسم، وهو يصل بين أجزاء الجسم، التي تشعر بالمؤثرات الخارجية كالحواس وأجزاء الجسم الأخرى، التي تستجيب لهذه المؤثرات كالعضلات مثلاً. وبفضل الجهاز العصبي تعمل أعضاء الجسم المختلفة، وكأنها وحدة واحدة.

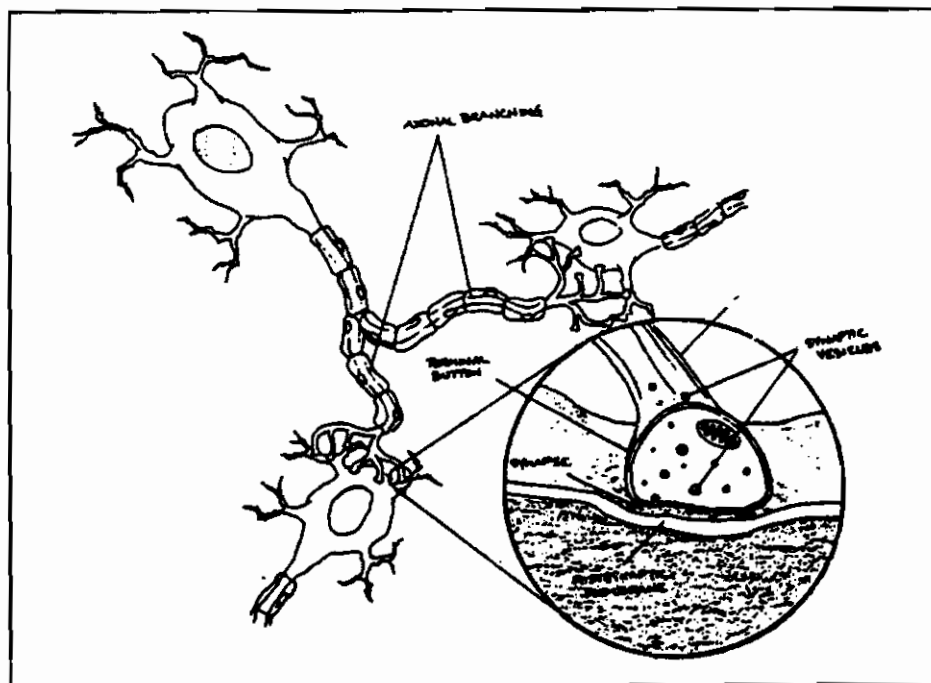
### تركيب الجهاز العصبي Structure of Nervous System

إن الخلية العصبية Neuron هي وحدة البناء في الجهاز العصبي، وهي التي تقوم بتوصيل المعلومات في صورة سيال عصبي أو ومضة عصبية Nerve impulse، وتكوين وإفراز الموصلات العصبية.

وتحتوي الخلية العصبية على نواة وميتوكوندريا وشبكة اندوبلازمية وجهاز جولجي مثل خلايا الجسم المختلفة، ولكنها تتميز بصفات أخرى تسمح لها بعمل شبكة من الاتصالات مع باقى خلايا الجهاز العصبي لمسافات طويلة، كما أنها لا تستطيع الانقسام. وأى تلف في خلية عصبية لا يمكن إصلاحه. ويحتوى مخ الإنسان على حوالي ١٠<sup>١١</sup> خلية عصبية تقريباً.

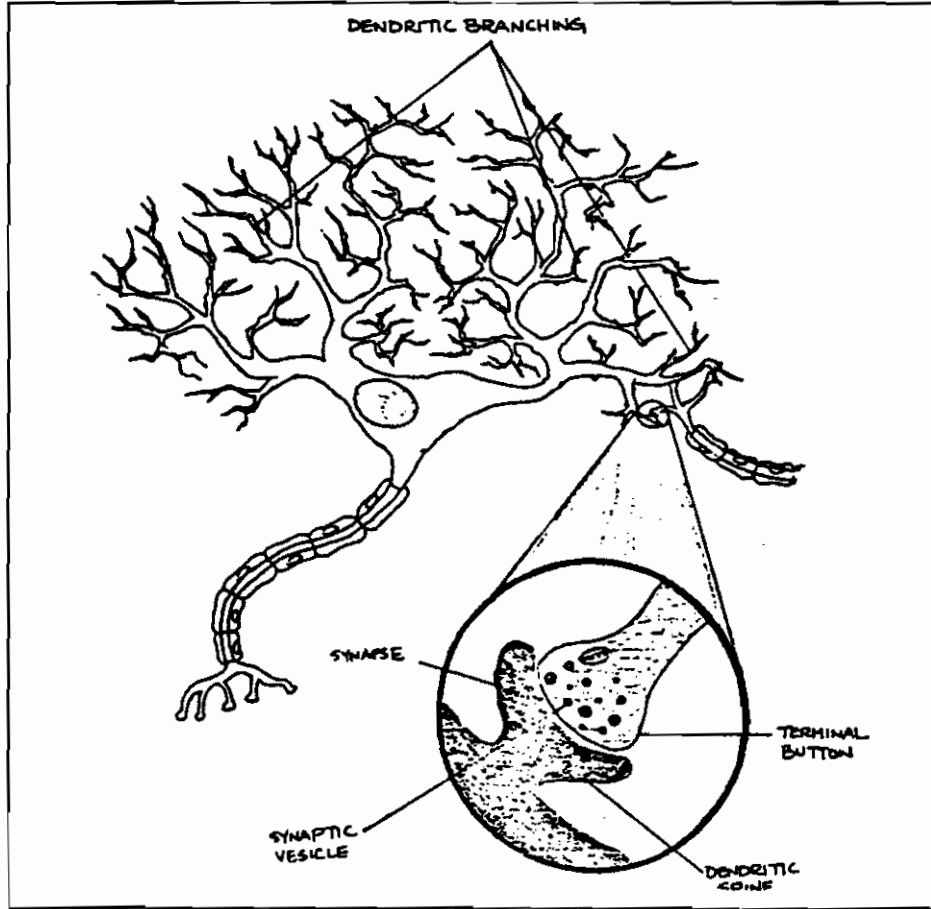


Atypical neuron within the central nervous system



Enlargement of an axon within the central nervous system





Enlargement of dendrites of a neuron within the central nervous system. Note branching of dendrite and dendritic spine.

وتتميز الخلية العصبية إلى ثلاث مناطق :

١ - جسم الخلية Cell body :

وهو يحتوى على النواة والإنزيمات المختلفة .

٢ - زوائد شجيرية Dendrites :

وهي عبارة عن امتدادات دقيقة مثل الشجرة حول جسم الخلية، وهذه الشجيرات هي التي تقوم بتوصيل الخلايا ببعضها، وتوصيل المعلومة إلى محور الخلية الأخرى .

### ٣ - محور الخلية Axon :

وهو عبارة عن امتداد دقيق وطويل من جسم الخلية، والذي عن طريقه ينتقل السيال العصبي من جسم الخلية إلى خلية أخرى. والنقطة التي عندها تنتقل الومضة من خلية إلى أخرى، تسمى تشابكاً عصبياً Synapse، وعند هذا التشابك العصبي تحدث انتفاخات للزوائد الشجيرية العصبية، وتتكون بداخلها المواد الناقلة أو الموصلات العصبية.

والموصلات العصبية عبارة عن حويصلات دقيقة، بها تركيبات كيميائية مختلفة. وعند وصول الومضة العصبية إلى هذه الانتفاخات، يحدث تمزق rupture وانتشار re-lease لهذه المواد الكيميائية في فراغ ضيق Synaptic cleft، وهو يقع بين التشابك العصبي. وخروج هذه المواد الكيميائية من المحتمل أن تثبط inhibitory أو تنشط excitatory الخلية المستقبلية وهذه بدورها تنقل الرسالة إلى خلية أخرى.

وتنقسم الخلايا العصبية إلى خلايا واردة أو حسية afferent، وأخرى صادرة أو محررة efferent، وخلايا عصبية بينية interneurons، وهذه تتركز وظيفتها في الربط بين الخلايا العصبية. وترتبط الخلايا الحسية بالمستقبلات أو أعضاء الحس receptors، وتحول المنبهات البيئية إلى ومضة عصبية، تنتقل عبر الخلايا الواردة إلى الجهاز العصبي المركزي، وهناك يتم إدراك هذه الومضات العصبية كحس شعوري ينتقل إلى الخلايا الصادرة (الحركية)، التي تحملها بواسطة الجهاز العصبي الطرفي للأعضاء المنفذة Effector organs.

### تقسيم الجهاز العصبي

ينقسم الجهاز العصبي إلى نوعين:

١ - الجهاز العصبي المركزي Central nervous system.

٢ - الجهاز العصبي الطرفي Peripheral system.

وفيما يتعلق بالجهاز العصبي المركزي، فهو يتكون من المخ Brain تحيط به الجمجمة والحبل الشوكي Spinal cord، وتحيط به قناة فقارية Vertebral column.

أ - يتكون المخ من ثلاثة اجزاء المخ الامامى والمتوسط والخلفى وينقسم كل من المخ الامامى والمخ الخلفى مرة أخرى، وبذلك يصبح تكوين المخ خمسة أجزاء، وهى: مقدم المخ Telencephalon ومؤخرة المخ Diencephalon ووسط المخ Me-sencephalon والمخ الخلفى Metencephalon والمخ النخاعى Myelencephalon. وتنشأ من هذه الاقسام الخمسة التراكيب الوظيفية للمخ. ونجد أن كل قسم يحتوى على مناطق مختلفة، وأن كل منطقة مسؤولة عن وظيفة معينة كما يلى:

#### ١ - القشرة المخية Cerebral cortex :

وتتكون من نصفين كرويين Hemisphere، وتعتبر أكبر جزء من المخ، وهى تتحكم فى التفكير والذاكرة والشعور، وتؤثر أيضاً فى الجهاز العصبى الذاتى فمثلاً تنظم ضغط الدم وحركة المعدة.

#### ٢ - الجزء الامامى Limbic system :

وهذا الجزء يتكون من: قرين آمون Hippocampus وتركيب لوزى Amygdaloid complex وجدار فاصل Septum وتحت المهاد البصرى Hypothalamus وفصين أنفى وكثيرى الشكل Olfactory and Pyriform lobes والمهاد البصرى Thalamus وعقدة عصبية سفلى Basal ganglion.

ويعمل الجزء الامامى كوحدة واحدة، ويقع أسفل القشرة، ويسمى أحشاء المخ، ويتحكم فى الجهاز الحركى ونشاط الاحشاء Viscera، ونجد أيضاً أن كل جزء من هذه الأجزاء مسئول عن وظيفة معينة فمثلاً:

أ - العقدة العصبية السفلى تتحكم فى وظيفة الجهاز العصبى الإرادى، وأى تحطيم أو تلف يحدث لها فإن الإنسان يفقد القدرة على الحركة ويتحرك لا ارادياً، وهذا يعرف بمرض الشلل الرعاش أو عدم التحكم فى حركة القدم.

ب - قرين آمون يتحكم فى تكوين الذاكرة الحديثة.

ج - المهاد البصرى يقع فى وسط المخ أسفل القشرة، وينظم وظيفة الاحشاء ومسئول

أيضاً عن الشعور بالألم والسرور .

د - تحت المهاد البصري وهي مسئولة عن تنظيم الجهاز العصبي الذاتى وتنظيم الوظائف الداخلية للجسم، مثل : درجة الحرارة، اتزان الماء، الأيض الغذائى، ضغط الدم، النوم والشعور والعاطفة . نجد أيضاً أن هذه المنطقة هى المسئولة عن الشهية للطعام وتوجد بها مراكز الشهية، وأن أى محفز لهذه المراكز يؤدي إلى طلب الطعام، وأى تلف لهذه المراكز يؤدي إلى فقد الشهية ويوجد بها أيضاً مراكز الشبع، وأن تنشيط مراكز الشهية (الجوع) باستمرار يؤدي إلى تنشيط مراكز الشبع فيقف طلب الطعام، وأن المعدة الفارغة والجو البارد ينبهان مراكز الشهية فتؤدي إلى طلب الطعام، وأن الجو الحار يقلل من الشهية للطعام . ويوجد أيضاً بهذه المنطقة مراكز العطش وتنبيه هذه المراكز يؤدي إلى طلب الماء .

### ٣ - المخ الأوسط وساق المخ Midbrain and brain stem :

وهي تحتوى على المخ المتوسط والقنطرة والنخاع والمستطيل Pons and medulla oblongata وهي تنظم عمليات الابتلاع والقئ، وتنظم الجهاز الدورى والتنفسى والنوم والاستيقاظ وحركة العين وتكييفها للرؤية القريبة وتكوين العرق وتكوين العصير المعدى فى المعدة واللمس والسمع . وعن طريق ساق المخ تمر الألياف العصبية بين الحبل الشوكى ومراكز المخ، وهي تعطى حوالى ١٠-١٢ زوجاً من الأعصاب المخية التى تغذى العضلات والغدد .

### ٤ - المخيخ Cerebellum :

وهو اصغر جزء ويوجد خلف نصفى كروى القشرة، ويلعب دوراً مهماً باحتفاظ الجسم بوضعه فى الفراغ والاحتفاظ بتناسق العضلات ضد الجاذبية والتحكم فى الحركة الإرادية للجذع والأطراف، وأيضاً يقوم بتنظيم معدل ضربات القلب واندفاع الدم فى الدورة الدموية .

ب - الحبل الشوكى : يمتد من نهاية النخاع المستطيل من قاعدة المخ ويترك الرأس عن

طريق فتحة كبيرة إلى داخل العمود الفقري. وبدخله توجد كتلة من الخلايا العصبية مسئولة عن المعلومات الحسية من الجلد والعضلات والاحشاء والمفاصل ومصاحبة للخلايا المحركة التي تصل لها المعلومات عن طريق المخ.

والجبل الشوكي مقسم إلى أربعة أجزاء:

- عنقي Cervical.

- وصدرى Thoracic.

- وقطني Lumbar.

- وعجزى Sacral ويحوى زوجاً من الاعصاب فى كل ناحية.

### ٣ - الجهاز العصبي الطرفى Peripheral system :

يتكون الجهاز العصبي الطرفى من خلايا عصبية أو امتدادات للخلايا العصبية تقع خارج الجهاز العصبي المركزى، وهو عبارة عن جهاز اتصالات لتوصيل المعلومات الحسية والحركية بين المخ وجميع أجزاء الجسم، وينقسم إلى:

١ - الجهاز الوارد Afferent system.

ب - الجهاز الصادر Efferent system.

والجهاز العصبي الصادر ينقسم إلى جهاز عصبى جسمى Somatic nervous system وجهاز عصبى ذاتى Autonomic nervous system الذى يشتمل على الجهاز السمبثاوى Sympathetic n.s. والجهاز العصبى الباراسمبثاوى Parasympathetic n.s. مع ملاحظة أن وظيفة الألياف السمبثاوية تضاد وظيفة الألياف الباراسمبثاوية؛ فمثلاً تزيد الألياف السمبثاوية من ضربات القلب وتقلل الحركة الدودية للأمعاء، بينما تقلل الألياف الباراسمبثاوية من ضربات القلب وتزيد من الحركة الدودية للأمعاء. كما أن ألياف الجهاز السمبثاوى تطلق مادة النورايبينفرين، بينما تطلق ألياف جهاز الباراسمبثاوى مادة الاستيل كولين.

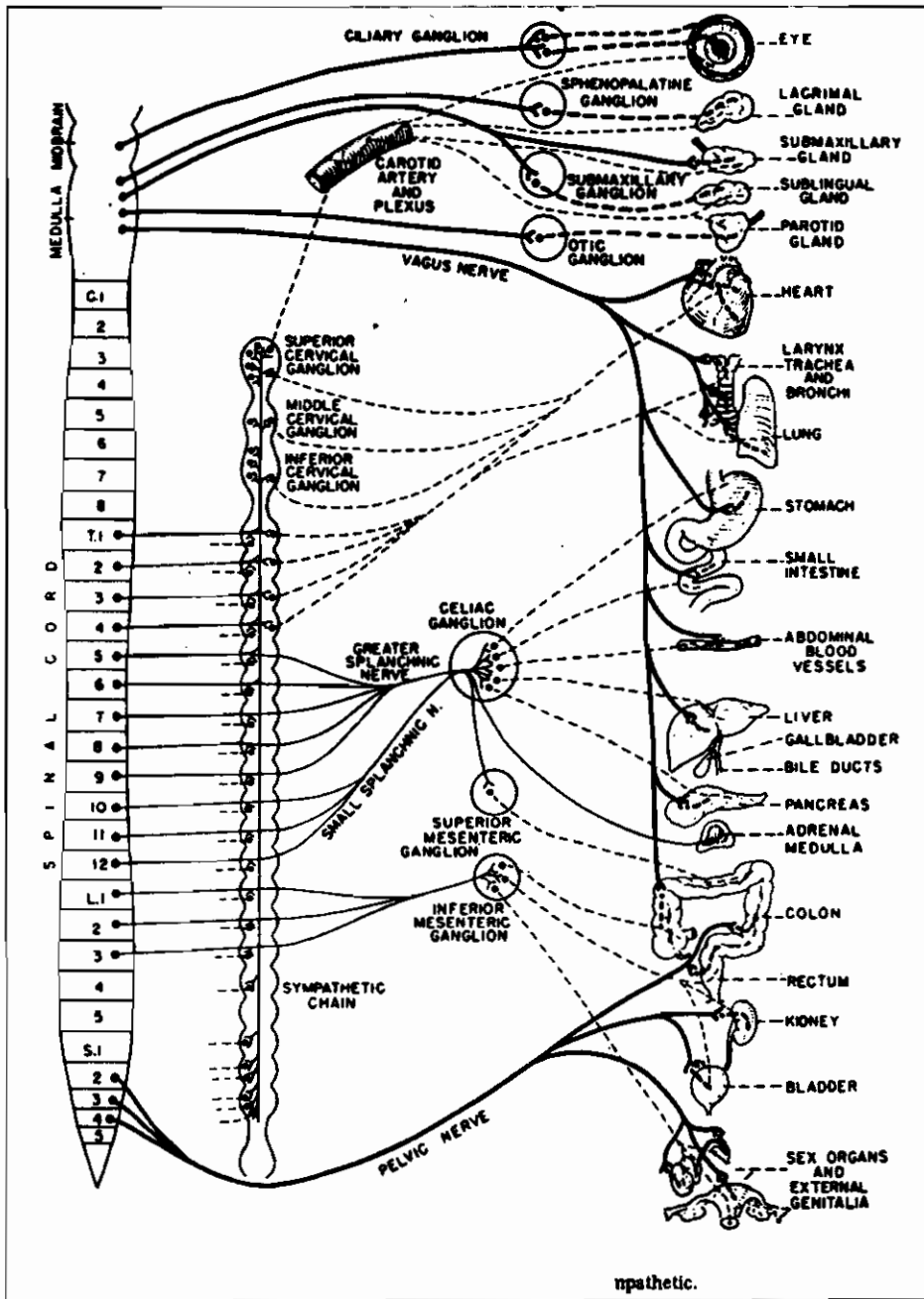


Diagram of the efferent autonomic pathways. Preganglionic neurons are shown as solid lines, postganglionic neurons as dashed lines. The heavy lines are parasympathetic fibers; the light lines are Sympathetic.

(Fundamentals of Human Physiology. 2nd ed. Year Book, 1962.)



## Autonomic Nervous System الجهاز العصبي الذاتي

تغذى ألياف هذا الجهاز العضلات القلبية والعضلات المبطنة للجهاز الهضمي والغدد. وهو ينقسم إلى الجهاز السمبثاوى والباراسمبثاوى، ويخرج جسم الخلية التي تغذى هذين القسمين من أماكن مختلفة من الجهاز العصبي المركزي؛ فمثلاً الجهاز السمبثاوى تخرج الأعصاب الخاصة به من المنطقة الصدرية والقطنية من الحبل الشوكي، وتخرج الأعصاب الخاصة بالجهاز الباراسمبثاوى من المنطقة المخية والمنطقة العجزية من الحبل الشوكي. ويحتوى الجهاز السمبثاوى على النورابينفرين ويغذى الأوعية الدموية للعضلات والغدد العرقية وغدد الشعر التي توجد فى الجلد. ويحتوى الجهاز الباراسمبثاوى على الاستيل كولين، ونجد أن الأعصاب المخية تغذى عضلات العين وتغذى المنطقة العجزية القولون والمستقيم والحوصلة الصفراوية والحالب والجهاز التناسلى.

### وظائف الجهاز السمبثاوى:

يحتفظ بالحالة الداخلية للجسم فى حالة اتزان وينظم درجة الحرارة ويزيد من حركة العضلات؛ نتيجة لزيادة النشاط يزيد من كمية السكر فى الدم، كما يعمل أيضاً على:

أ - فى حالة التمارين العضلية العنيفة يعمل الجهاز السمبثاوى على زيادة إمداد الجسم بالطاقة، وهذه مصحوبة بتوسيع الأوعية الدموية فى العضلات وتضييقها فى مناطق أخرى لإعطائها أكبر قدر من قوة دفع القلب للمناطق النشيطة، كما أنه يزيد من عدد ضربات القلب ليزيد من قوة دفعه للدم.

ب - يعمل على زيادة عملية تكسير الجليكوجين فى الكبد، وبذلك ترتفع نسبة السكر فى الدم ويزيد من عملية تكسير السكر وتكوين حمض اللاكتيك فى العضلات. أما فى الأنسجة الدهنية فيحدث تكسير الجليسيرات الثلاثية، وتزيد كمية الأحماض الدهنية الحرة Free fatty acids.

ج - ينشط الغدد العرقية ويعمل على إيقاف حركة الأمعاء الدقيقة.

- د - يؤدي التعرض للجو البارد إلى انقباض العضلات، ويحدث انقباضاً للأوعية الدموية، وبذلك يحدث احتفاظ بكمية الحرارة ويحدث انتصاب للشعر.
- هـ - يعمل في حالة النزيف على انقباض الأوعية الدموية فيقل بذلك اندفاع الدم، ويحدث أيضاً ارتفاع في ضغط الدم.

#### وظائف الجهاز الباراسمبثاوى:

- أ - يحتوى على الأعصاب المخية التي تغذى العين، وتعمل على انقباض إنسان العين لتهيئة العين للرؤية القريبة، وأيضاً تغذى الغدد الدمعية وتؤدي إلى إفراز الدموع وأيضاً تغذى الغدد اللعابية، وتساعد في إفراز اللعاب.
- ب - نجد أن المنطقة البطنية يمدّها العصب الحائر Vagus nerve الذي عن طريقه يقل نشاط القلب، وإذا زاد نشاط هذا العصب يحدث توقف للقلب.
- ج - يعمل على انقباض الشعب الهوائية في الجهاز التنفسي.
- د - في القناة الهضمية فإن العصب الحائر يحفز على إفراز العصير المعدى، ويزيد من حركة الأمعاء وإفراز الغدد الخاصة بهضم.
- هـ - يغذى الجزء العجزي المثانة البولية ويساعد على انقباضها وأيضاً يغذى الجهاز التناسلي.

استجابة العضو المنفذ "Effector organ" للجهاز الذاتى .

الجهاز المنفذ	الجهاز الباراسمبثاوى	الجهاز السمبثاوى
١ - العين :		
الغدد الدمعية	إفراز الدموع	
عضلات القرنية		انقباض
العضلات المهدبة	انقباض « للرؤية القريبة »	انبساط « للرؤية البعيدة »
٢ - القلب	يقلل الانقباض	زيادة الانقباض
٣ - الأوعية الدموية	تمدد	انقباض
٤ - المعدة		
« الحركة والإفراز »	زيادة	انخفاض
٥ - الأمعاء		
« الحركة والإفراز »	زيادة	انخفاض
٦ - الحوصلة الصفراوية	انقباض	تمدد
٧ - المثانة البولية	انقباض	تمدد
٨ - غدة جار الكلبة	إفراز الابينفرين والنورابينفرين	
٩ - الكبد		تكسير الجليكوجين
١٠ - البنكرياس	زيادة إفراز الأنسولين	يقلل إفراز الأنسولين
١١ - الغدة العرقية		إفراز العرق
١٢ - الأنسجة الدهنية		تكسير الدهون

السيال العصبي أو الومضة العصبية Nerve impulse

إن الوظيفة الأساسية للخلية العصبية هي توصيل المعلومات بسرعة من جزء إلى جزء من الجسم في صورة سيال عصبي، وتوصف هذه الومضة على أنها كهروكيميائية، وتعمل على تغيير نفاذية الغشاء المحيط بالخلية . ففي حالة الراحة أو السكون أو عدم مرور ومضة عصبية Resting state فإن الشحنة الكهربائية خارج الخلية موجبة وداخل الخلية سالبة . وتوجد أيونات الصوديوم الموجبة خارج الخلية، ويسمح غشاء الخلية

لايونات البوتاسيوم الموجبة بنفاذيتها داخل الخلية، بينما تكون الشحنات السالبة الداخلية في حالة لا يسمح لها بالانتشار. هذا.. ويكون معدل انتشار أيونات الصوديوم الموجبة للخارج أكبر من معدل انتشار أيونات البوتاسيوم إلى الداخل، وبالتالي فإن تركيز أيونات البوتاسيوم في الداخل أكبر من تركيزها خارج الخلية، ومن هنا يعطى الفرصة للبوتاسيوم أن يتسرب خارج الخلية نظراً لفرق التركيز، وأيضاً فإن أيونات البوتاسيوم الموجبة تنجذب نحو الشحنات السالبة في الداخل، ونتيجة لذلك يحدث اختلاف في فرق الجهد على جانبي غشاء الخلية، وهذا يسمى بجهد الغشاء  $membrane\ potential$  ويقال إن الخلية في حالة استقطاب Polarization.

وعند مرور الإشارة العصبية من الزوائد الشجرية إلى نهاية المحور يحفز أو يثير غشاء المحور وبسرعة يصبح أكثر نفاذية لأيونات الصوديوم، فتتمر من الخارج إلى الداخل. وبدخول الشحنة الموجبة إلى الخلية وخروج الشحنة السالبة تتغير شحنة الخلية فتصبح في الداخل موجبة وفي الخارج سالبة، وبذلك يتولد فرق في الجهد  $action\ potential$  أو ما يسمى جهد الصوديوم Sodium potential.

بتغير نفاذية الغشاء الذي يسمح بمرور الصوديوم إلى الداخل، ويسمح أيضاً بمرور البوتاسيوم إلى الخارج ذى الشحنة الموجبة؛ حتى تصبح الأيونات الخارجية مساوية للأيونات الداخلية ثم ترجع الخلية إلى حالتها الطبيعية لتدفع أيونات الصوديوم إلى الخارج وأيونات البوتاسيوم إلى الداخل، وتسمى بمضخة الصوديوم والبوتاسيوم  $Na^+/K^+\ pump$ .

وبمرور الومضة من نقطة إلى نقطة يحدث تغير في جهد الغشاء، وبذلك تمر موجة من السيل العصبي عبر المحور، ويستغرق هذا حوالى خمسة من الألف من الثانية.

### الطريقة الكيميائية لتوصيل السيل العصبي:

الوسيط أو الموصلات العصبية Neurotransmitters التى توجد في نهايات الأعصاب عندما تصل إليها الومضة العصبية، فإنها تنتشر في التجويف الذى يقع بين التشابك

العصبي Synaptic cleft ثم ترتبط بمستقبلات Receptors خاصة بها على الغشاء ما بعد التشابك العصبي Postsynaptic membrane وتتفاعل مع مركباته مثل البروتين والدهون، وبهذا يصبح الغشاء أكثر نفاذية لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم، ويحدث استقطاب للخلية ثم يحدث بعد ذلك إزالة الاستقطاب Depolarization بعد تكسير الموصلات العصبية عن طريق الإنزيمات الخاصة بها.





## الفصل الثاني

### التغذية والهضم والطاقة



## مفهوم التغذية NUTRITION

التغذية: هي مجموع العمليات الحيوية التي يحصل الكائن الحي عن طريقها على المواد اللازمة لاستخدامها في بناء الجسم وتجديد الفاقد من الأنسجة ولبقائه في حالة صحية جيدة.

الطعام أو الغذاء **Food**: هو ما يتناوله الكائن الحي، وبعد هضمه يتحول إلى المواد البسيطة ويمد الجسم بالعناصر الغذائية اللازمة.

فوائد الغذاء:

يحقق الغذاء النواحي الرئيسية الآتية:

١ - يمد الجسم بما يلزم من المواد اللازمة للنمو، وتعويض ما يفقده من خلايا نتيجة جروح أو مرض.

٢ - يمد الجسم بالحرارة نتيجة ما يتعرض له الغذاء بعد امتصاصه من القناة الهضمية لكثير من التفاعلات الكيميائية يؤدي إلى هدم المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهنية، ويؤدي ذلك إلى انطلاق كمية من الطاقة لازمة لنشاط الكائن الحي.

حيث إن:

١ جم من المواد البروتينية ← ٤,١ سعر حراري.

١ جم من المواد الكربوهيدراتية ← ٤,١ سعر حراري.

١ جم من المواد الدهنية ← ٩,٣ سعر حراري.

٣ - يمد خلايا الجسم بالمواد اللازمة للنشاط والقدرة على العمل.

٤ - يعمل على وقاية الجسم من الأمراض لاحتوائه على الفيتامينات والأملاح المعدنية.

## المجاميع أو العناصر الغذائية :

هى مواد كيميائية لا يمكن تخليقها داخل جسم الإنسان، ولذلك لابد من توافرها فى الوجبة الغذائية لتمد الجسم باحتياجاته المختلفة فى عمليات الأيض الغذائى والنمو. وتنقسم هذه المجاميع أو العناصر الغذائية إلى :

- أ - مجاميع أو عناصر غذائية تدخل فى بناء الجسم كالبروتينات والأملاح المعدنية والماء.
- ب - مجاميع أو عناصر غذائية تمد الجسم بالطاقة كالكاربوهيدرات والدهون والبروتينات.
- ج - مجاميع أو عناصر غذائية منظمة لعمل الجسم كالألاح المعدنية والفيتامينات والبروتينات والماء.

كان من المعتقد عند قدماء المصريين أن الغذاء له علاقة وثيقة بالسلوك فمثلا كان يعتقد ان البصل يؤدى إلى النوم واللوز والكربن يمنعان ادمان الكحول والاملاح تحفز على النشاط . وكان الإغريق القدامى يعتقدون ان الغذاء هو القاسم المشترك فى العلاج النفسى والطبى .

ومن الدراسات المختلفة على أنواع الغذاء وجد ان هناك علاقة بين ما نتغذى به وبين السلوك، وقبل أن نستعرض العلاقة بين الغذاء والسلوك، سوف نلقى الضوء على مما يتكون الغذاء؟ يتكون الغذاء من المواد البروتينية والكاربوهيدراتية والدهنية والأملاح المعدنية والفيتامينات والماء.

## أولاً: البروتينات Proteins :

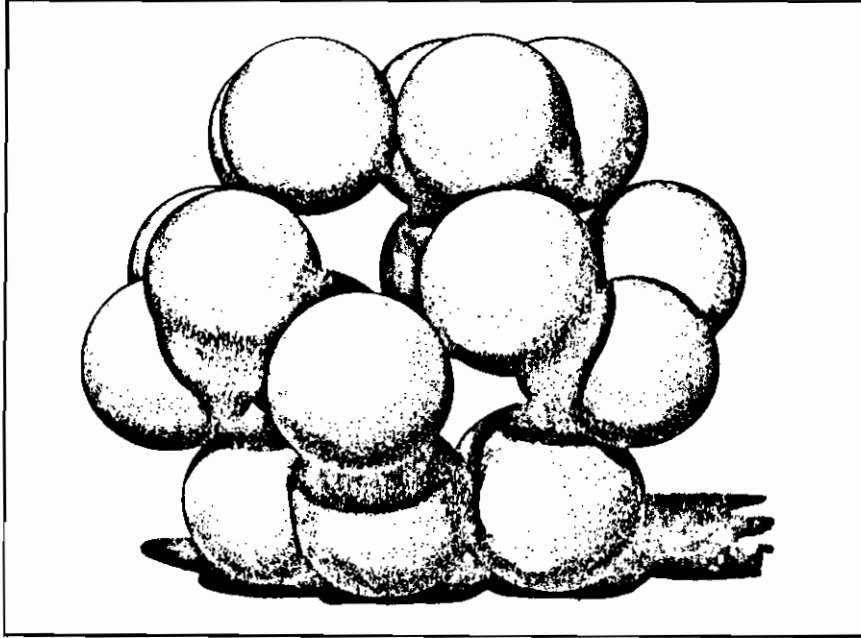
يمثل البروتين الجزء الأكبر من تركيب أنسجة الجسم وان حوالى ١٦٪ من وزن الجسم عبارة عن بروتين وان وظيفته كبيرة فى بناء وبقاء الجسم فى حالة سليمة.

وتتوقف القيمة الغذائية للبروتينات على مدى ما تحتويه من الأحماض الأمينية الأساسية التى تدخل فى العمليات الحيوية للجسم. وتعتبر البروتينات الحيوانية الأصل

ذات قيمة حيوية مرتفعة، مقارنة بالبروتينات النباتية ذات القيمة الحيوية المنخفضة لأنها لا تحتوي على كل الأحماض الأمينية الأساسية التي يحتاجها الجسم؛ ولذلك فإنها لا تكفي وحدها للتغذية بل يجب مساعدتها ببروتين آخر يحتوي على الأحماض الأمينية المطلوبة.

### تركيب البروتين Structure of Protein

البروتين عبارة عن سلسلة من الأحماض الأمينية مرتبطة مع بعضها بروابط ببتيدية، وكل حمض أميني يتكون من ذرتين من الكربون مرتبطتين مع بعضهما، وذرة منهما مرتبطة مع النتروجين، وسلسلة جانبية side chain . وتختلف السلسلة الجانبية من حمض إلى آخر، ومن هنا تعطى لكل حمض أميني خواص وتركيباً يختلف عن الآخر.





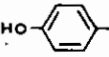
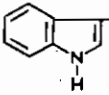
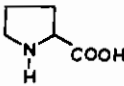
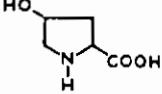
Representation of quaternary structure of a protein "ping-pong ball" model of the apoferritin molecule. this consists of 20 subunits, each with a molecular weight of about 20,000 daltons. The subunits are arranged to form a hollow sphere which may become packed with iron salts forming the iron storage protein ferritin (Courtesy of R.A.Fineberg).

## L-a-Amino acids found in proteins

Trivial Name	Abbreviation	Chemical Name	Structural Formula
<b>With Aliphatic Side Chains</b>			
Glycine*	Gly	Aminoacetic acid	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Alanine	Ala	$\alpha$ -Aminopropionic acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Valine	Val	$\alpha$ -Aminoisovaleric acid	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$
Leucine	Leu	$\alpha$ -Aminoisocaproic acid	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$
Isoleucine	Ile	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -methylvaleric acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
<b>With Side Chains Containing Hydroxylic (OH) Groups</b>			
Serine	Ser	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -hydroxypropionic acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$
Threonine	Thr	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -hydroxy-n-butyric acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
<b>With Side Chains Containing Sulfur Atoms</b>			
Cysteine†	Cys	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -mercaptopropionic acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{SH} \end{array}$
Methionine	Met	$\alpha$ -Amino- $\gamma$ -methylthio-n-butyric acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{S}-\text{CH}_3 \end{array}$
<b>With Side Chains Containing Acidic Groups or Their Amides</b>			
Aspartic acid	Asp	$\alpha$ -Aminosuccinic acid	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Asparagine	Asn	$\gamma$ -Amide of $\alpha$ -aminosuccinic acid	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\    \quad   \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
<p>*Since glycine has no asymmetric carbon atom, there can be no D or L form.</p> <p>†The amino acid cystine, <math>\beta</math>,<math>\beta</math>-dithio(<math>\alpha</math>-aminopropionic acid), consists of 2 cysteine residues linked by a disulfide bond:</p> $\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$			



## L-a-Amino acids found in proteins

Trivial Name	Abbreviation	Chemical Name	Structural Formula
Glutamic acid	Glu	$\alpha$ -Aminoglutaric acid	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Glutamine	Gln	$\delta$ -Amide of $\alpha$ -aminoglutaric acid	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
<b>With Side Chains Containing Basic Groups</b>			
Arginine	Arg	$\alpha$ -Amino- $\delta$ -guanidino-n-valeric acid	$\text{H}-\underset{\text{NH}_2}{\underset{\text{C}=\text{NH}}{\text{N}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Lysine	Lys	$\alpha,\epsilon$ -Diaminocaproic acid	$\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Hydroxylysine*	Hyl	$\alpha,\epsilon$ -Diamino- $\delta$ -hydroxy-n-caproic acid	$\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Histidine	His	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -imidazolepropionic acid	$\text{HN}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$ 
<b>Containing Aromatic Rings</b>			
Histidine (see above)			
Phenylalanine	Phe	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -phenylpropionic acid	 - $\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Tyrosine	Tyr	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -( <i>p</i> -hydroxyphenyl)propionic acid	 - $\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Tryptophan	Trp	$\alpha$ -Amino- $\beta$ -3-indolepropionic acid	 - $\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
<b>Imino Acids</b>			
Proline	Pro	Pyrrolidine-2-carboxylic acid	
4-Hydroxyproline	Hyp	4-Hydroxypyrrolidine-2-carboxylic acid	

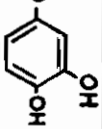
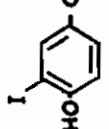
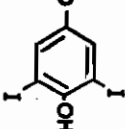
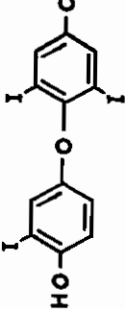
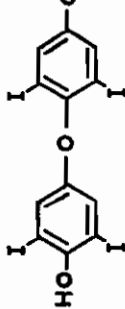

## Naturally occurring amino acids which do not occur in proteins

Trivial Name	Formula	Occurrence or Significance
$\beta$ -Alanine	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Part of pantetheine and of coenzyme A
Taurine	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SO}_3\text{H} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Free in cells; combined with bile acids (eg, taurocholate)
$\alpha$ -Aminobutyric acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Animal and plant tissues
$\gamma$ -Aminobutyric acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Brain tissue
$\beta$ -Aminoisobutyric acid	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	End product in pyrimidine metabolism; found in urine of patients with an inherited metabolic disease (see p 358)
Homocysteine	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Methionine biosynthesis
Homoserine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Threonine, aspartate, and methionine metabolism
Cysteinesulfinic acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{SO}_2\text{H} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Rat brain tissue
Cysteic acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{SO}_3\text{H} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Wool
Felinine	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \text{NH}_2$	Cat urine
Isovalthine	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Urine of cats and of certain hypothyroid patients
2,3-Diaminosuccinic acid	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{NH}_2 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Excreted by <i>Streptomyces rimosus</i> , which produces oxytetracycline
$\gamma$ -Hydroxyglutamic acid	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Catabolism of 4-hydroxyproline
$\alpha$ -Aminoadipic acid	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \text{NH}_2$	Intermediate of lysine biosynthesis by yeast
$\alpha,\epsilon$ -Diaminopimelic acid	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad \quad \quad   \\ \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Bacterial cell walls; intermediate of lysine biosynthesis by bacteria
$\alpha,\beta$ -Diaminopropionic acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{NH}_2 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	In the antibiotic viomycin

## Naturally occurring amino acids which do not occur in proteins

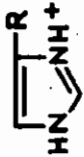

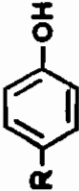
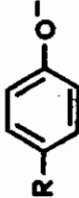
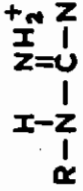
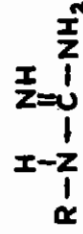
Trivial Name	Formula	Occurrence or Significance
$\alpha,\gamma$ -Diaminobutyric acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	In polymyxin antibiotics
Ornithine	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Urea cycle intermediate
Citrulline	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{NH} \qquad \qquad \text{NH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Urea cycle intermediate
Homocitrulline	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{NH} \qquad \qquad \text{NH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Urine of normal children
Saccharopine	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{N} - \text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2 \quad \text{COOH} \\   \\ \text{CHNH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$	Intermediate of lysine biosynthesis by yeast and Neurospora
Azetidine-2-carboxylic acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH} - \text{COOH} \\ \backslash \quad / \\ \text{N} - \text{H} \end{array}$	Lilies
3-Hydroxyproline	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{N} - \text{H} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$	Achilles tendon of cattle; in the antibiotic Telomycin
Pipecolic acid	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{N} - \text{H} \end{array}$	In certain antibiotics; metabolic product of D-lysine breakdown in mammals.
5-Hydroxytryptophan	$\begin{array}{c} \text{HO} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{N} - \text{H} \end{array} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $\qquad \qquad \qquad   \\ \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2$	Precursor of serotonin

## Naturally occurring amino acids which do not occur in proteins

Trivial Name	Formula	Occurrence or Significance
3,4-Dihydroxyphenylalanine (DOPA)		Precursor of melanin
Monoiodotyrosine		Thyroid tissue and blood serum
3,5-Diiodotyrosine		In association with thyroid globulin
3,5,3'-Triiodothyronine		Thyroid tissue
Thyroxine (3,5,3',5'-tetraiodothyronine)		In association with thyroid globulin
Azaserine*		Potent inhibitor of tumor growth

\*Not a naturally occurring amino acid, but listed here because of its importance as an inhibitor at various steps of purine biosynthesis

# Weak acid groups of amino acids

	Conjugate Acid	Conjugate Base	Approximate pK <sub>a</sub>
$\alpha$ -Carboxyl	R-COOH	R-COO <sup>-</sup>	2.1 $\pm$ 0.5
Non- $\alpha$ -carboxyl	R-COOH	R-COO <sup>-</sup>	4.0 $\pm$ 0.3
Imidazolium (histidine)			6.0
$\alpha$ -Amino	R-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	R-NH <sub>2</sub>	9.8 $\pm$ 1.0
$\epsilon$ -Amino (lysine)	R-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	R-NH <sub>2</sub>	10.5
Phenolic OH (tyrosine)			10.1
Guanidinium (arginine)			12.5
Sulfhydryl (cysteine)	R-SH	R-S <sup>-</sup>	8.3

ويوجد حوالي ٢٠ حمضاً أمينياً لتكوين البروتين ويستطيع الجسم ان يكون منها ١٢ حمضاً أمينياً ولذا تسمى بالاحماض الامينية غير الأساسية Non-essential amino acids أى أنه ليس من المهم أن تتواجد فى الوجبة الغذائية، وأن الثمانية أحماض امينية الاخرى لا يستطيع الجسم أن يكونها، ولذلك لابد من وجودها فى الوجبة الغذائية، وتسمى بالاحماض الامينية الأساسية Essential amino acids.

Essential amino asids	Non- essential amino acids
Iso Leucine	Alanine
Leucine	Arginine
Lysine	Asparagine
Methionine+ Cysteine	Aspartic acid
Phenyl alanine + Tyrosine	Cysteine
Threonine	Glutamic acid
Tryptophan	Glutamine
Valine	Glycine
	Proline
	Serine
	Tyrosine
	Histidine

وقد وجدت حديثا طريقة أخرى لتقسيم الاحماض الامينية:

١ - الاحماض الامينية ذات السلسلة الجانبية غير القطبية غير المشحونة

#### Amino acids with nonpolar uncharged side chain

مثل: الجليسين - الآلانين - الفالين - الليوسين - الأيسوليوسين - البرولين - الفينيل آلانين - التريبتوفين - الميثونين.

Glycine, alanine, Valine, Ieucin, Isoleucine, proline, Phenylalaine  
Tryptophan and Methionine.

٢ - الاحماض الامينية ذات السلسلة القطبية غير المشحونة

**Amino acids with uncharged, polar side chain**

مثل : السيرين - الثريونين - السيستين - التيروسين - الاسبراجين - الجلوتامين .

serine, threonine, Cysteine, tyrosine, asparagine and glutamine

٣ - الاحماض الامينية ذات السلسلة الجانبية المشحونة

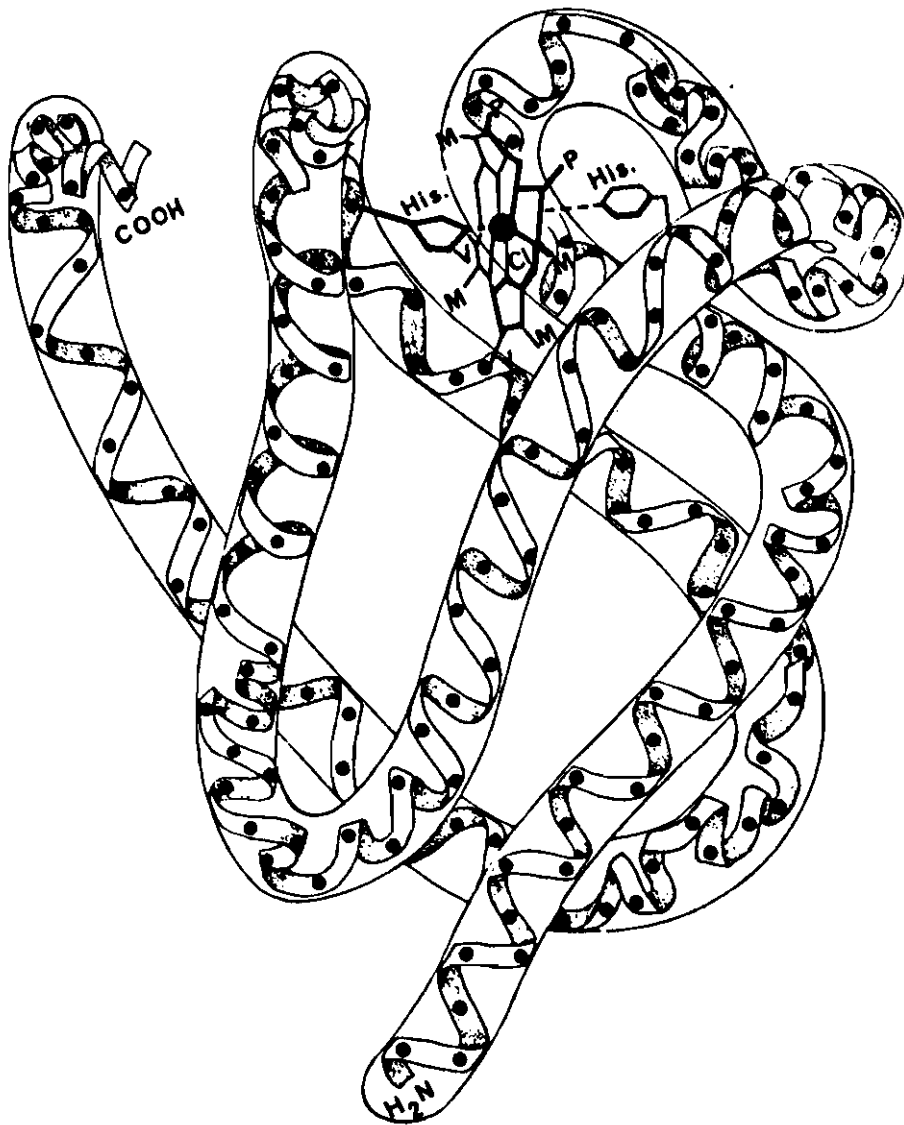
**Amino acids with charged side chain**

مثل : حامض الاسبارتيك - حامض الجلوتاميك - الهيستيدين - اليلسين والارجينين .

Aspartic acid, glutamic acid, histidine, lysine and arginine

وعادة يكون البروتين فى شكل سلسلة مستقيمة ثم تنثنى وتصبح على شكل حلزونى ثم تنثنى مرة أخرى ويصبح البروتين عبارة عن سلسلة ثلاثية الأبعاد Three dimensions وتكوين البروتين ليست له صورة نهائية؛ إذ إنه يتغير تبعاً لاحتياج الجسم لاي نوع من البروتين، ويحتوى الجسم على عديد من البروتينات والتي تختلف باختلاف ترتيب الاحماض الامينية .

وعند تعريض البروتين لدرجة حرارة عالية ( عند الطهى ) أو الأشعة فوق البنفسجية أو لوسط حمضى أو قلوى أو لبعض المعادن مثل الفضة أو الزئبق فإن البروتين تحدث له عملية تسمى Denaturation وهى تغيير من طبيعة البروتين عن طريق تكسير الروابط الهيدروجينية المسؤولة عن التركيب الثانوى للبروتين والتي تعرف باسم secondary structure وهى عملية غير عكسية، أى لا يرجع البروتين إلى حالته الأولى ولذلك لابد أن يكون وسط الدم متعادلا .



**Representation of primary, secondary, and tertiary structure of a protein. (Courtesy of R. E. Dickerson).**



## وظيفة البروتين أو الأحماض الأمينية:

١ - يعتبر البروتين المسئول الأول عن بناء أنسجة الجسم الجديدة، وتجديد الأنسجة التالفة أثناء الحروق أو الإصابة بمرض. ومن ناحية أخرى فإن جميع الإنزيمات ومعظم الهرمونات في الجسم عبارة عن بروتينات، كما أن الأجسام المضادة المسئولة عن مهاجمة أو الاتحاد بالأجسام الغريبة التي تدخل الجسم عبارة عن بروتينات معقدة أو متشابكة التركيب.

٢ - تدخل الأحماض الأمينية في بناء حمض نووي Deoxyribonucleic acid (DNA)، وهو المسئول عن شفرة الوراثة في الجسم، ويمكن أن تعتبر الأحماض الأمينية مصدراً للطاقة إذا نفذت مصادر الطاقة بالجسم.

٣ - تدخل في تكوين مواد مهمة في الجسم كالهرمونات والإنزيمات وأملاح الصفراء فبعض الهرمونات تتكون من حمض أميني واحد كالادرينالين والثيروكسين.

٤ - تدخل في تكوين الأحماض الأمينية التي يمكن الاستغناء عنها في الغذاء مثل الأحماض الأمينية غير الأساسية.

٥ - ويحتاج الفرد لحوالي ٠,٣٦ جم / ١٠٠ جم من وزنه من البروتين في اليوم، وتزداد الحاجة اليه في فترات الحمل والرضاعة. وإذا زادت كمية البروتين عن الحد اللازم يعثرها العملية المعروفة بنزع الأمونيا وتتكون الأحماض الكيتونية والأمونيا.

وأهم مصادر البروتين: اللحم - البيض - السمك - اللبن - الفول - الحبوب - الخضروات.

## قياس كفاءة البروتين Measuring Protein Quality:

أشار الباحثون إلى طرق عديدة لقياس كفاءة بروتينات المواد الغذائية. ومن المعلومات العامة في هذا المجال أن الأحماض الأمينية التي من أصل بروتين حيواني يكون امتصاصها أفضل « ٩٠٪ » من تلك التي تأتي من البقول ثم الحبوب. وكذلك ثبت من التجارب أن استخدام الحرارة الرطبة « البخار » يساعد على هضم البروتين، بينما طرق الحرارة الجافة تتلف البروتين.

والبروتين الذي يمد الجسم بجميع الأحماض الأمينية الأساسية بكمياتها المناسبة

يستخدم بالكامل، وإن وجدت الأحماض الأمينية بتركيزات منخفضة في الوجبة الغذائية، فإنها تحد من استخدام أو الاستفادة من الأحماض الأمينية الأخرى لبناء البروتين.

هذا.. والجدير بالذكر أنه عند فقد الأحماض الأمينية، فإن مجموعة الأمين التي تحتوى على النيتروجين لا تخزن. ولهذا فإن كفاءة البروتين التي تحافظ على أنسجة الجسم يمكن تقييمها تجريبيًا بقياس النيتروجين المفقود من الجسم. وتدل أعلى كمية متبقية من النيتروجين على كفاءة البروتين العالية، وهذا هو أساس تحديد القيمة الحيوية للبروتين (BV) Biological value ولهذا فإن بروتين البيض أعلى كفاءة؛ لأنه يمتص بنسبة قد تصل إلى ١٠٠٪، ويعتبر مقياساً للبروتينات الأخرى.

أما فيما يتعلق بما يسمى الاستفادة المثلى للبروتين Net protein utilization (NPU) فهي عبارة عن قياس كمية البروتين المتبقى من البروتين المتناول.

وتشير المراجع العلمية إلى أن معدل كفاءة البروتين protein efficiency ratio (PER) يمكن حسابها من خلال إطعام صغار فئران التجارب بالبروتين وقياس الزيادة في الوزن أثناء النمو بالنسبة لوحدة البروتين.

تؤكد الكمية المسموح بها Recommended Dietary or daily allowance (RDA) هي الكمية التي تغطي الاحتياج لتحل محل البروتين المفقود والأنسجة التي تبلى يوميًا، وتفي بحاجة الجسم من بناء أنسجة جديدة، ومن هنا فإن هذه النسبة عالية عند الأطفال والرضع.

#### الاتزان النيتروجيني Nitrogen balance :

هي نسبة النيتروجين المفقود بالإخراج إلى نسبة النيتروجين الموجود في الغذاء. وفي الإنسان البالغ فإن نسبة النيتروجين المأخوذة تساوى نسبة النيتروجين المفقودة. وقياس نسبة النيتروجين المفقودة في البول والبراز والعرق، نستطيع حساب نسبة البروتين التي يحتاجها الجسم.

وبصفة عامة فعندما تكون نسبة النيتروجين الداخل إلى الجسم أكثر من النيتروجين الخارج يكون الاتزان النيتروجيني موجبًا، وهذا يعني أن هناك بناءً في البروتين أكثر من

الهدم، وعندما يكون الاتزان النتروجين سالبا فهذا يعنى ان النتروجين المفقود أعلى من النتروجين المأخوذ، وهذا دليل على أن الجسم يفقد البروتين.

### ثانياً : الكربوهيدرات Carbohydrates :

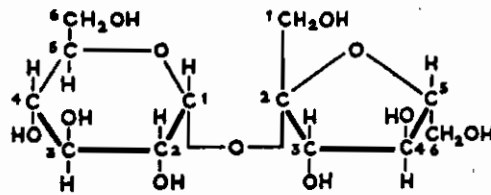
تشتمل المواد الكربوهيدراتية على مجموعة كبيرة من المركبات التي تنتشر في المملكة النباتية وهي قليلة الوجود في المملكة الحيوانية. ومن اهم المواد الكربوهيدراتية الناتجة من النبات السليلوز ( في جميع النباتات ) وسكر القصب ( قصب السكر – البنجر – الفواكه ) والنشا ( القمح – الذرة – الارز – البطاطس والبطاطا ) والفركتوز والجلوكوز ( في الفواكه ). اما في المملكة الحيوانية فإن المواد الكربوهيدراتية المهمة الموجودة بها هي : سكر اللبن ( اللاكتوز ) والجليكوجين في الكبد والعضلات .

### وظائف المواد الكربوهيدراتية :

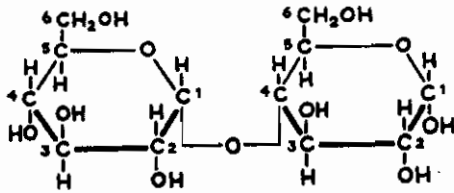
- ١ – هي المصدر الرئيسى للطاقة في الجسم، ويحصل الإنسان منها على حوالى ٢٠٠٠ سعر حرارى من مجموع السعرات اللازمة يوميا، والتي تبلغ ٣٠٠٠ كيلو كالورى، والتي تختلف طبقا لعدد من العوامل منها النوع والجنس والنشاط وغيرها.
- ٢ – تخزن على شكل جليكوجين في الكبد، والذي يستخدم عند الحاجة وتبلغ كمية الجليكوجين المخزنة حوالى ٢٠٠ جرام.
- ٣ – تدخل في تكوين الاحماض النووية التي توجد في الخلايا.
- ٤ – تمد الجسم بالجلوكوز وتعمل على بقاء نسبته بالجسم ثابتة.
- ٥ – تدخل في تكوين بعض مرافقات الانزيمات Co-enzymes.
- ٦ – تتحول إلى مواد دهنية تخزن بالجسم.
- ٧ – تكون المواد الكربوهيدراتية حامض ألكوكورونيك في الكبد؛ لاستخدامه في إزالة سمية بعض المركبات التي تدخل الجسم.

وكلمة الكربوهيدرات تعنى تميؤ الكربون (hydrate of carbon) وهذه الكلمة مأخوذة من مشاهدة الكيميائيون الأوائل إنه عند حرق الجلوكوز لمدة طويلة في انبوبة يكون مصحوبا بتكوين قطرات من الماء يمكن تكثيفها وبقايا سوداء من الكربون.

# (HAWORTH FORMULAS)

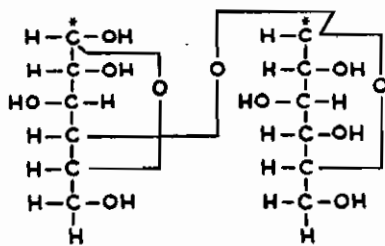


1-α-D-Glucopyranosido-β-D-fructofuranoside



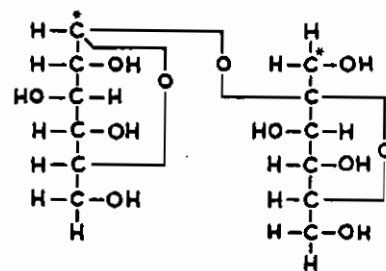
4-α-D-Glucopyranosido-α-D-glucopyranoside

## MALTOSE(aFORM)



Two α-D-glucopyranose components

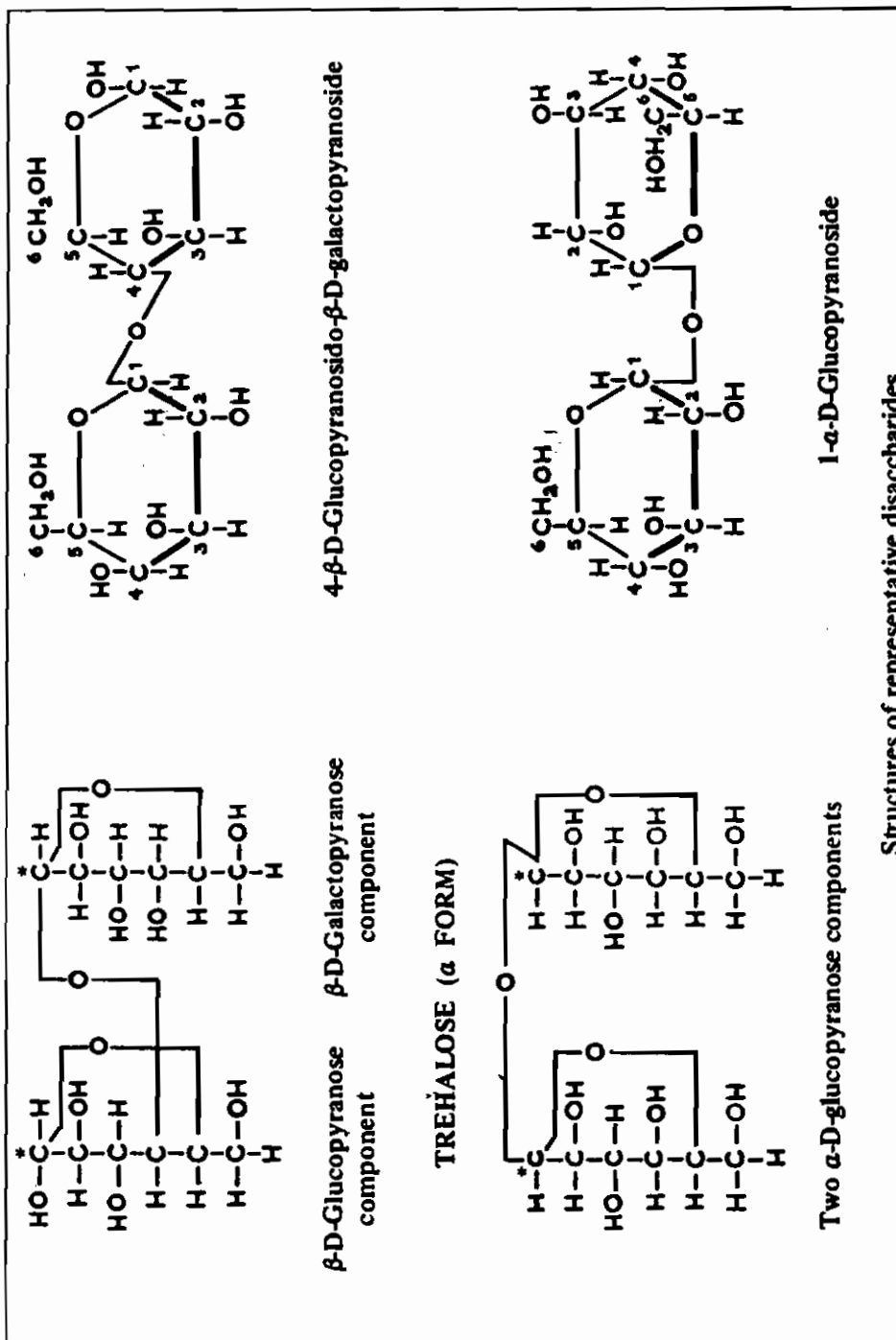
SUCROSE



α-D-Glucopyranose component

β-D-Fructofuranose component

# LACTOSE (B FORM)



وتنقسم الكربوهيدرات بصفة عامة إلى: كربوهيدرات بسيطة Simple وكربوهيدرات مركبة أو معقدة complex.

والكربوهيدرات البسيطة هي عبارة عن السكريات الأحادية Monosaccharides  $C_n H_{2n} O_n$  والسكريات الثنائية Disaccharides  $C_n (H_2O)_{n-1}$  ومن السكريات الأحادية الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز (Glucose, Fructose & Galactose) وجميعها سداسية الكربون وتركيبها العام  $C_6 H_{12} O_6$ . هذا وتتحول الكربوهيدرات داخل الجسم إلى جلوكوز والذي يعتبر تركيزه مهماً جداً في قيام الجسم بوظائفه الحيوية ويتراوح تركيزه في الدم في الحالة الطبيعية من ٧٠-١١٠ مجم / ١٠٠ مليلتر ويعتبر الجلوكوز مصدر الطاقة الوحيد للجسم والمخ والأعصاب وخلايا الجسم المختلفة للقيام بوظائفها الحيوية.

وهناك عدة عوامل تعمل على بقاء نسبة الجلوكوز في الدم ثابتة، فعندما ترتفع نسبة الجلوكوز في الدم فإن العضو الأول الذي يستجيب هو البنكرياس الذي يقوم بإفراز الانسولين، حيث يعمل على أن تقوم معظم خلايا الجسم بأخذ الجلوكوز من الدم وتقوم بتحويله إلى جليكوجين أو دهون، ويقوم الكبد بتحويل السكريات والبروتينات الزائدة عن الحاجة إلى دهون يخزنها الجسم، وعندما تكون نسبة الجلوكوز في الدم قليلة فإن البنكرياس يقوم بإفراز هرمون الجلوكاجون، الذي يقوم بتحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.

ويوجد الجلوكوز في الفاكهة والفركتوز في العسل والفواكه، ويوجد الجالاكتوز مرتبطاً مع الجلوكوز لتكوين سكر اللبن «لاكتوز Lactose» وهو من السكريات الثنائية.

ومن أمثلة السكريات الثنائية  $C_{12} H_{22} O_{11}$ : السكروز والمالتوز واللاكتوز Sucrose, Maltose & Lactose ويوجد السكروز في قصب السكو والمالتوز في الشعير واللاكتوز في اللبن.

ومن أمثلة الكربوهيدرات المركبة  $(C_6 H_{10} O_5)_n$ : السكريات عديدة التسكر

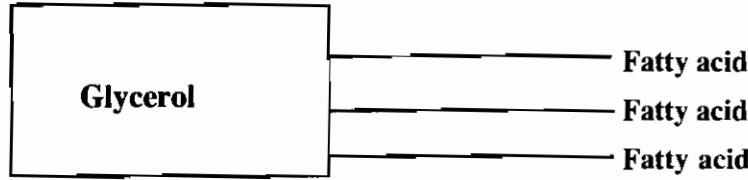
polysaccharide مثل النشا والسيلولوز وهي عبارة عن وحدات من الجلوكوز مرتبطة مع بعضها في شكل سلسلة، وكذلك السيلولوز والمواد البكتية pectic substances والتي تشمل على البروتوبكتين protopectin والبكتين pectin وحمض البكتينيك pectinic acid وحمض البكتيك pectic acid.

### ثالثا : الدهون Lipids :

#### الوظائف الحيوية للدهون :

- ١ - انتاج السعرات الحرارية حيث يعطى الجرام الواحد حوالى ٩ كيلو كالورى .
- ٢ - مذيب للفيتامينات التى تذوب فى الدهون، مثل فيتامين أ-A، د-D، ك-K، ي-E .
- ٣ - زيادة الدهون فى الغذاء تسبب تأخير الشعور بالجوع لأنه بطيء الهضم .
- ٤ - إعطاء الغذاء مذاقاً ورائحة مميزة .
- ٥ - تكون الدهون جزءاً مهماً فى تركيب خلايا الجسم الحية .
- ٦ - يؤثر الدهن على سرعة تكلس العظام .
- ٧ - تؤثر كمية الدهن فى الغذاء على هضم وامتصاص محتويات الغذاء الاخرى من كربوهيدرات وبروتين، وبذلك نجد أنه يتحتم وجودها بنسبة ١ : ٥ .
- ٨ - بعض الاحماض الدهنية غير المشبعة كحامض الينوليك تعتبر ضرورية للنمو الطبيعى .

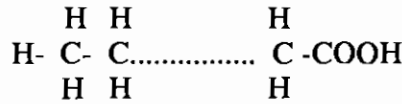
والدهون مواد كيميائية تحتوى على الكربون والهيدروجين والاكسجين، وتطلق هذه الكلمة على الدهون (Fats) والزيوت (Oils) والكوليسترول (Cholestrol) والليسيثين (Lecithin) وجميع الدهون لا تذوب فى الماء . ومعظم الدهون التى توجد فى الطعام وفى الجسم تكون على صورة ثلاثى الجليسيرات Triglycerides، وهى عبارة عن ثلاثة أحماض دهنية متصلة بالجليسرول Glycerol فتختلف الدهون عن المواد عديدة التسكر بأنها لا تكون على هيئة سلسلة طويلة من الاحماض الدهنية .



وتنقسم الأحماض الدهنية إلى أحماض مشبعة وغير مشبعة Saturated Fatty acids وغير مشبعة Unsaturated acids.

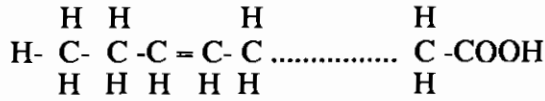
### الأحماض الدهنية المشبعة:

وتتميز هذه المجموعة بأن كل ذرة كربون ترتبط بذرة كربون مجاورة لها، وبذرتين من الهيدروجين.



### الأحماض الدهنية غير المشبعة:

وهي تتكون إذا فقد الحمض الدهني ذرتين هيدروجين من ذرتين الكربون المتجاورتين فإنه ينتج تبعاً لذلك رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون.



وإذا كان الحمض الدهني يحتوى على أكثر من رابطة ثنائية فيسمى حمضاً دهنيّاً عديداً عدم التشبع Polyunsaturated.

والاحماض الدهنية المشبعة تزيد من نسبة الكوليسترول في الدم، بينما الاحماض الدهنية غير المشبعة تقلل من نسبة الكوليسترول في الدم، ويسبب ارتفاع نسبة الكوليسترول مخاطر صحية عديدة.



وأهم الأحماض الدهنية التي تدخل في تكوين الدهون هي حامض الاستياريك  $C_{17}H_{35}COOH$  (Satearic) وحامض البالميتيك  $C_{15}H_{31}COOH$  (Palmitic) وحامض الأوليك  $C_{17}H_{33}COOH$  (Oleic).

وتمثل الدهون حوالي ١٥٪ من وزن الرجل وحوالي ٢٠٪ من وزن المرأة، ويخزن حوالي ٥٠٪ من الدهون تحت الجلد وتوجد كعازل Insulator حول الأعضاء المهمة في الجسم وهي تلعب دوراً مهماً في احتفاظ الجسم بدرجة حرارته ثابتة ويلعب دوراً مهماً أيضاً في نقل الفيتامينات التي تذوب به. وتعتبر الدهون مصدراً مهماً من مصادر الطاقة في الجسم، وهي تعطى للطعام طعماً ورائحة مستحبة وتؤخر الشعور بالجوع.

#### الليسيثين Lecithin :

من الدهون المفسفرة في الجسم phospholipids، وهو يلعب دوراً حيوياً للخلية؛ حيث يدخل في تكوين غشاء الخلية Cell membrane، وهو يستخدم كمستحلب، حيث من المعلوم أن الدهون والماء لا يمتزجان ولكن المستحلب يستطيع أن يكسر حبيبات الدهون إلى حبيبات صغيرة لتكون مع الماء محلولاً متجانساً، ويستطيع أن يحتفظ بالدهون في صورة سائلة في الدم، وهي من الوظائف المهمة له، ويستخدم صناعياً كمستحلب في أنواع السلاطات، ويقوم الكبد بتصنيع الليسيثين. وإذا وجد في الطعام بكثرة فإنه يقلل من الشهية، ويسبب مشاكل أخرى للجسم.

#### الكوليسترول $C_{27}H_{46}O_6$ Cholestrol :

يوجد الكوليسترول في جميع خلايا الجسم الجسم والمخ والجهاز العصبي والعضلات والجلد والكبد والقلب والأمعاء، ويستخدم في تكوين العصارة الصفرواية التي تلعب دوراً مهماً في هضم الدهون، ويدخل أيضاً في تكون الهرمونات الجنسية sex hormones وتكوين غشاء الخلية.

ويوجد الكوليسترول في الأغذية ذات الأصل الحيواني فقط مثل صفار البيض والكبد

والمخ، وهى تعتبر من مصادره الرئيسية ويوجد أيضاً فى اللحم والسمك واللبن وجميع منتجاته.

ويحتاج الجسم من الكوليسترول إلى حوالى ٤٠٠ - ٥٠٠ ملليجرام / اليوم، ويستطيع الكبد أن يقوم بتصنيع ٧٠٠ - ١٠٠٠ ملليجرام / اليوم. ولذلك إذا كان الطعام يحتوى على كمية قليلة منه، فإن الكبد يقوم بتصنيع ما يحتاجه الجسم.

#### الشروط الواجب توافرها فى غذاء الإنسان :

- ١ - احتواؤه على كمية من البروتين كافية لإمداد الجسم بالاحماض الأمينية الضرورية.
- ٢ - احتواؤه على كمية من المواد العضوية مثل البروتين والدهون والكربوهيدرات.
- ٣ - احتواؤه على كمية كافية من الفيتامينات للوقاية من أمراض عديدة.
- ٤ - احتواؤه على املاح معدنية.
- ٥ - احتواؤه على كمية كافية من الماء.
- ٦ - خلوه من أى مواد سامة أو ضارة بالجسم.

## الهضم Digestion

الهضم هو عملية فسيولوجية معقدة تمر فيها المواد الغذائية، التي تدخل القناة الهضمية بتغيرات فيزيائية وكيميائية، حتى يحدث لها امتصاص وتمر إلى الدم والليمف. والتغيرات الفيزيائية عبارة عن طحن وخلط وإذابة المواد الغذائية، والتغيرات الكيميائية عبارة عن خطوات متتالية تمر بها المواد البروتينية والدهنية والكربوهيدراتية تحت تأثير الإنزيمات، حتى تصل إلى مواد بسيطة يستطيع الجسم امتصاصها.

ويمكن تقسيم الإنزيمات إلى ثلاث مجموعات:

- ١ - الإنزيمات المسؤولة عن هضم البروتينات وتسمى بروتينيز *protenases*.
- ٢ - الإنزيمات المسؤولة عن هضم المواد الدهنية وتسمى الليباز *Lipases*.
- ٣ - الإنزيمات المسؤولة عن هضم المواد الكربوهيدراتية وتسمى كربوهيدريز *carbohydrases*.

وتفرز الإنزيمات من الغدد الخاصة بها، وتدخل القناة الهضمية مع اللعاب والعصير المعدى والبنكرياسى والمعوى. والمواد الغذائية التي تحتوى على البروتين والدهون والكربوهيدرات، عبارة عن مواد معقدة لا تستطيع خلايا الجسم أن تستفيد منها، وهى على هذه الصورة. ولذلك لابد أن تتحول إلى صورة أبسط منها مثل الأحماض الأمينية والسكريات الأحادية والأحماض الدهنية، وتمر الفيتامينات والأملاح المعدنية دون أن يعثرها أى تغيير.

وتقوم القناة الهضمية بالوظائف الآتية: الإفراز والحركة والامتصاص.

- \* الإفراز: عبارة عن تكوين العصائر الهاضمة من الغدد الخاصة بها مثل: اللعاب والعصير المعدى والبنكرياسى والمعوى والصفراء.
- \* الحركة: عبارة عن حركة العضلات التي توجد بجدارها وحركة الطعام داخل القناة الهضمية.
- \* الامتصاص: يحدث امتصاص لنواتج الهضم خلال العشاء المخاطى المبطن للمعدة وجدار

الامعاء الدقيقة، ولا تقوم أجزاء القناة الهضمية فقط بعملية إفراز secretion ولكن تقوم أيضا بعملية إخراج excretion مثل تكوين الصفراء وخروج بعض المعادن الثقيلة والمواد الإخراجية الناتجة من الهضم. وهذه العمليات جميعها تنظم عن طريق الجهاز العصبي المركزي والهرمونات. وتتم عملية الهضم والامتصاص على المراحل الآتية:

### أولا : الهضم Digestion :

#### ١ - الهضم فى الفم :

تبدأ عملية الهضم فى الفم، وذلك بطحن المواد الغذائية وتحويلها إلى جزيئات صغيرة وخلطها باللعاب وتحويلها إلى مضغعة (بلعة غذائية)، ويبقى الغذاء فى الفم ١٥ - ١٨ ثانية، ثم يبلع عن طريق دفعه إلى البلعوم ثم المرئ عن طريق انقباض عضلات اللسان. وتتم عملية الطحن عن طريق حركة عضلات الفك السفلى، عكس حركة الفك العلوى، وهذا يسمح للأسنان بتقطيع الطعام وطحنه وخلطه باللعاب ويصبح فى صورة سهلة البلع.

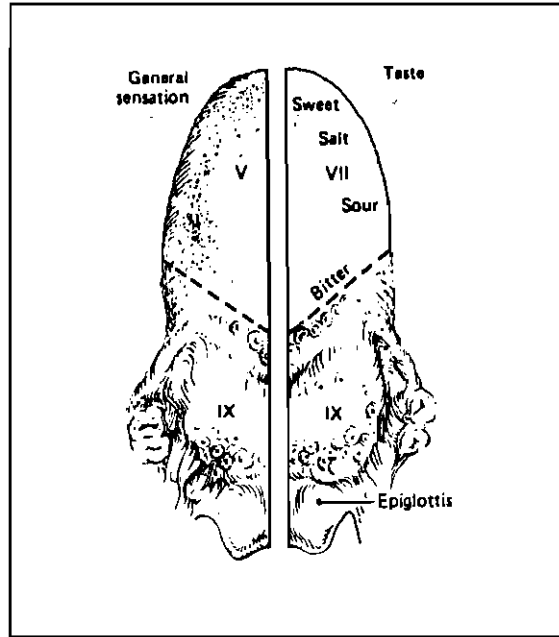
عند وجود الطعام بالفم يعتبر محفزا stimulus لمستقبلات التذوق، التى توجد فى الطبقة المخاطية باللسان، بينما تنتشر مستقبلات اللمس والحرارة والألم على الغشاء المخاطى المبطن للتجويف الفمى الداخلى، فترسل الإشارة إلى الألياف الواردة، وتصل إلى مراكز العصب المركزي فتحفز على إفراز اللعاب والعصائر الهاضمة.

#### أ - الغدد اللعابية :

وتتكون من ثلاثة أزواج تسمى تحت فكية (sublingual submaxillary) وغدد صغيرة عديدة، توجد على سطح اللسان وتفتح القنوات الخاصة بها فى التجويف الفمى. وتختلف مكونات اللعاب باختلاف الغدد؛ فمثلا الغدد تحت فكية يكون اللعاب بها لزجاً وذلك لاختلاف مكوناته من الميوسين والجليكوبروتين. والميوسين هو المسئول عن إعطاء المظهر المخاطى لللعاب وعند تشبع الطعام منه يجعله سهل الابتلاع. ويحتوى اللعاب أيضا على كميات صغيرة من الجلوبيولين - الألبومين - الأحماض الأمينية - كرياتينين - حمض البولييك - البولينيا ومواد أخرى غير عضوية. وبصورة

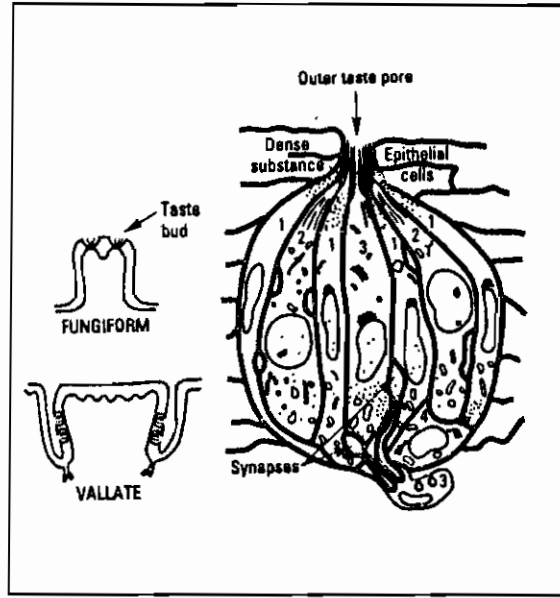
عامّة فإن حوالى ٣/٢ اللعاب عبارة عن مواد عضوية و١/٣ املاح معدنية. ويختلف إفراز اللعاب تبعاً لنوع المادة الغذائية؛ فمثلاً المواد الخشنة تحفز على إفراز كمية كبيرة منه، وهذا يوضح سبب إفراز كمية كبيرة من اللعاب مع البقسماط عن الخبز، وكمية كبيرة مع مسحوق اللحم عن قطعة اللحم.

وتتراوح كمية اللعاب من ١٠٠٠ إلى ١٢٠٠ مللى لىتر/ اليوم، وهو قلوبى ضعيف وتتراوح درجة الأس الهيدروجينى له هى حوالى ٦٫٧ ويوقف نشاطه عن طريق الإفراز المعدى لأن الوسط يصبح حمضياً.



Sensory innervation of the tongue.  
The numbers refer to cranial nerves.

ويحتوى اللعاب على انزيم الاميليز الذى يساعد على تكسير المواد الكربوهيدراتية فيعمل على تحويل النشا إلى دكسترين الذى يتحول بدوره إلى مالتوز وهو من السكريات الثنائية كما يوجد ايضا انزيم المالتيز الذى يقوم بتحويل المالتوز إلى جزئين من السكر الأحادى. وعلى الرغم من نشاط الانزيمات التى توجد باللعاب فإنها لا تستطيع تكسير كمية كبيرة من النشا؛ لأن الطعام يظل بالفم لمدة قصيرة.



Taste bud, showing type 1, 2, and 3 cells.  
(Shepherd GM: *Neurobiology*, 2nd ed. Oxford Univ Press, 1988).

#### ب - التأثير الانعكاسي:

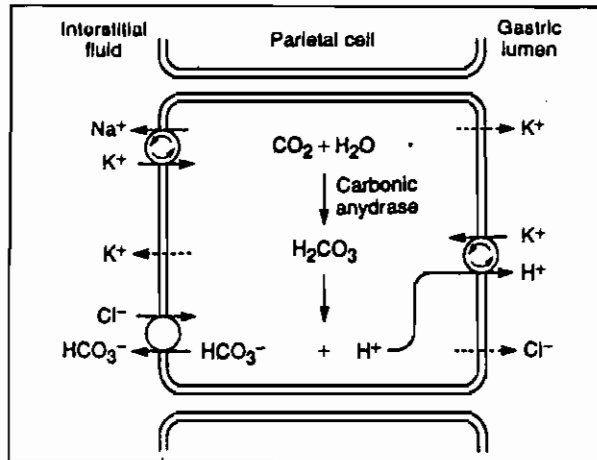
ينظم عملية إفراز اللعاب ما يسمى بالتأثير الانعكاسي (reflex) والمؤثر الذي ينبه لافرازه هو الطعام، فتتولد الإشارات العصبية نتيجة تأثير هذه المنبه على المستقبلات العصبية التي توجد في الفم، وتصل من خلال العصب المثلث الوجوه trigeminal، والعصب البلعومي glossopharyngeal إلى منطقة النخاع المستطيل في المخ، والتي يقع فيها المركز الخاص باللعاب. ونتيجة لذلك، تتولد إشارات كهربية صادرة إلى الغدد الخاصة بإفراز اللعاب فتقوم بإفرازه. وبعد ذلك يمر الطعام إلى البلعوم عن طريق حركة لا إرادية، ثم يمر بعد ذلك إلى المريء وتبدأ عضلات المريء في الانقباض ودفع الطعام إلى المعدة.

#### ٢ - الهضم في المعدة:

عند دخول الطعام إلى المعدة يبقى بداخلها على شكل طبقات متتالية، حتى يمر

تدريجياً إلى الأمعاء . وتحدث في المعدة عمليات كيميائية عن طريق العصير الذي تقوم بإفرازه الغدد المبطنية لجدارها المخاطي وتقوم الخلايا الجانبية بإفراز حمض الهيدروكلوريك . والعصير المعدى عبارة عن سائل عديم اللون حمضى ؛ نتيجة لوجود حمض الهيدروكلوريك ( ٤-٥ ٪ من العصير المعدى ) وتتراوح درجة الأس الهيدروجيني للمحلول النقي من العصير المعدى من ٠.٩ إلى ١.٥ ، ولكن في وجود الطعام يقل تركيز الحمض ويقع الأس الهيدروجيني بين ١.٥ - ٢.٥ .

ويحتوى العصير المعدى على إنزيم البروتينيز الذى يحلل البروتين إلى عديدة الببتيدات وانزيم الليباز الذى يحلل الدهون ( ولكن الوسط غير مناسب له ) . والبروتينيز عبارة عن الببسين pepsine والجيلاتينيز gelatinase والرنيين rennin ( يعمل في المعدة الأبطال فقط نظراً لتعادل الوسط ) . ويعمل الببسين فقط في الوسط الحمضى -PH:3.2 (1.6) ويفرز في صورة غير نشطة تعرف باسم الببسينوجين ، ويتحول إلى الصورة النشطة نتيجة لتأثير حمض الهيدروكلوريك ، وذلك عن طريق فصل مجموعة عديدة الببتيدات التى تحتوى على الأرجنين التى تثبط فعل الإنزيم ، وبذلك يصبح في صورة نشطة . ومن ناحية أخرى ، فإن انزيم الجيلاتينيز يقوم بتكسير الجيلاتين الذى يوجد في الأنسجة الضامة .



HCL secretion by parietal cells in the stomach. Active transport by ATPase is indicated by arrows in circles.  $H^+$  is secreted into the lumen of the canallcui in exchange for  $K^+$  by  $H^+ K^+$  ATPase.  $HCO_3^-$  is exchanged for  $Cl^-$  in the interstitial fluid by an antiport, and  $Na^+ K^+$  ATPase keeps intracellular  $Na^+$  low. Dashed arrows indicate diffusion.

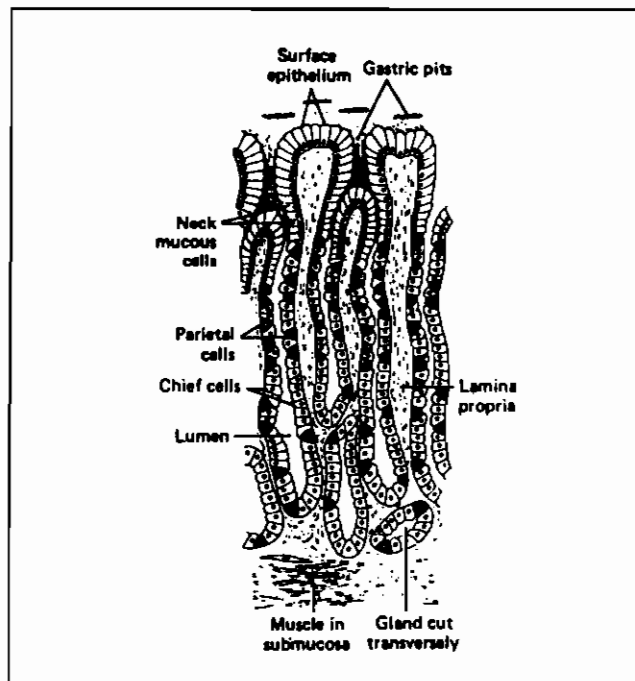
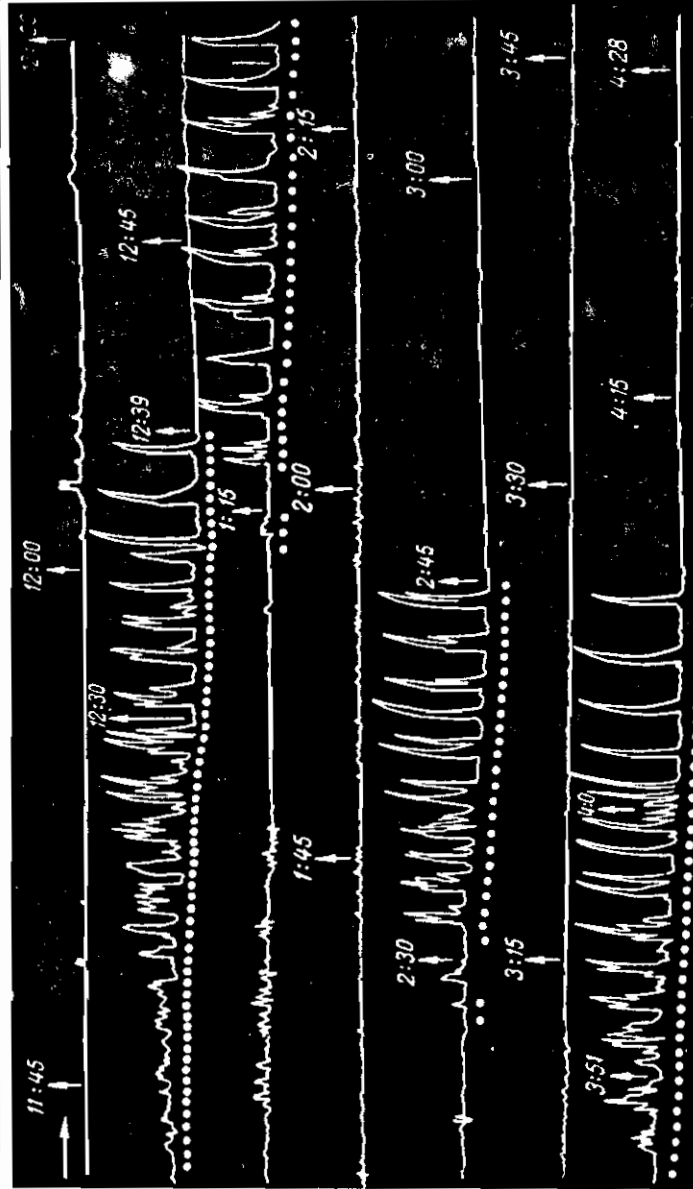


Diagram of glands in the mucosa of the body of the human stomach.

From Bell GH, Davidson N, Scarbrough G: Text - book of Physiology and Biochemistry, 6th ed. Living stone, 1965).





Recording of periodical motor activity of the stomach occurring with no digestion place (after U. N. Boldyrev) The tracings show four periods of activity alternating with long periods of rest. Each line is a continuation of the other tracings are read from left to right and from top to bottom. The white dots under the tracings indicates the periods of duodenal secretion.

والجدير بالذكر أن أنزيم الرينين هو المسئول عن تخثر اللبن عن طريق تحويل الكازينوجين إلى كازين (صورة غير دائبة) في وجود أيونات الكالسيوم.

ويلعب حمض الهيدروكلوريك دوراً مهماً في الهضم بالمعدة حيث إنه:

١ - يساعد في وجود وسط حمضي مناسب لدرجة نشاط الببسين القصى.

٢ - يحول الببسينوجين إلى ببسين.

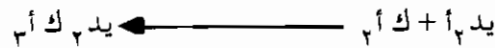
٣ - يغير من طبيعة البروتين (denaturation) فيساعد على انتفاخه وتحويله إلى صورة، تسهل من عملية تكسيره عن طريق الإنزيم.

٤ - يعمل على إذابة أجزاء العظام التي توجد في الطعام وقتل البكتريا.

ولقد ظهرت نظريات كثيرة لتفسير كيفية تكوين حامض الهيدروكلوريك في المعدة، أهمها ما يأتي:

١ - تبدأ عملية تكوين حامض الهيدروكلوريك في الخلايا الجانبية بتفاعل الماء مع ثاني أكسيد الكربون في وجود إنزيم الكربونيك أنهيدريز Carbonic anhydrase؛ فيتكون حامض الكربونيك الذي يتحلل إلى أيون أيديروجين موجب وأيون بيكربونات سالب، ثم يمر أيون البيكربونات السالب من الخلايا الجانبية إلى الدم، وينتقل في مقابل ذلك من الدم إلى الخلايا الجانبية أيون الكلور السالب، الذي يتحد مع أيون الأيديروجين الذي سبق تكوينه من تحلل حامض الكربونيك، ويتكون بذلك حامض الهيدروكلوريك.

إنزيم كربونيك



أنهيدريز

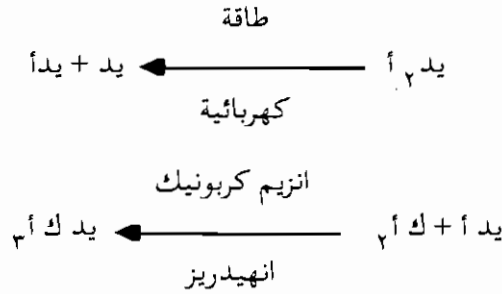


أيون يد ك أ (من الخلايا الجانبية إلى الدم)

أيون الكلور (من الدم إلى الخلايا الجانبية)

يد + كل → يد كل (حامض هيدروكلوريك)

٢ - تبدأ عملية تكوين حامض الهيدروكلوريك في الخلايا الجانبية بتحليل الماء بواسطة طاقة كهربائية إلى أيون هيدروجين موجب، وأيون هيدروكسيل سالب - يمر ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الخلايا الجانبية ويتحد مع أيون الأيدروكسيد ليكون أيون البيكربونات السالب، ويساعد على هذا الاتحاد انزيم الكربونيك انهيدريز - ثم يمر أيون البيكربونات من الخلايا الجانبية إلى الدم، وينتقل في مقابل ذلك أيون الكلور من الدم إلى الخلايا الجانبية. يتحد أيون الكلور هذا مع أيون الأيدروجين الذي سبق تكوينه من تحليل الماء ليعطي حامض الهيدروكلوريك.



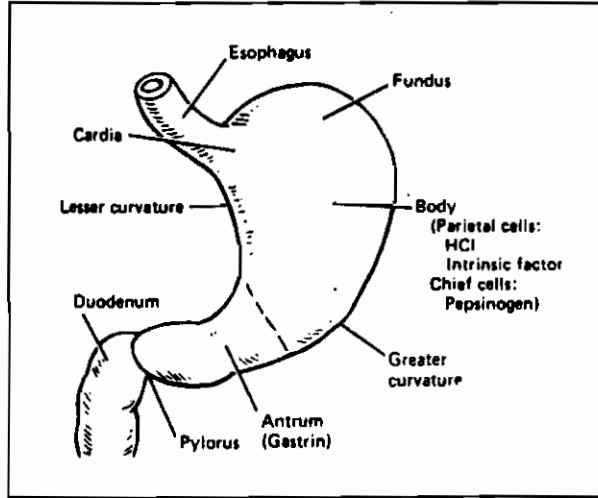
أيون يد ك أ ٣ (من الخلايا الجانبية إلى الدم)

أيون الكلور (من الدم إلى الخلايا الجانبية)

يد + كل  $\rightarrow$  يد كل (حامض هيدروكلوريك)

ويعضد العلماء هذه النظرية الأخيرة أكثر من غيرها من النظريات.

إن دخول الطعام إلى الفم أو رائحته أو تذوقه أو النظر إليه يحفز الخلايا على إفراز العصير من الخلايا الخاصة بها في الجزء البوابي من المعدة، ويختلف العصير المعدى في مكوناته وكميته تبعاً لنوع الطعام. ومن التجارب التي أجريت على حيوانات التجارب أوضحت أن أكبر كمية من العصير تفرز في حالة اللحوم، وكمية قليلة في حالة الخبز واللبن، وتوجد فترة كمون (Latent period) بين الطعام المتناول وبداية إفراز العصير المعدى، وتختلف هذه الفترة باختلاف نوع الغذاء المتناول.



**Anatomy of the stomach. The principal secretions are listed in parentheses under the labels indicating the locations where they are produced. In addition, mucus is secreted in all parts of the stomach. The dashed line marks the border between the body and the antrum.**

يحتوى العصير المعدى الذى يفرز للحوم على كمية أكبر من حمض الهيدروكلوريك، بينما يحتوى العصير الذى يفرز للخبز واللبن على كمية كبيرة من الإنزيمات. . وتعمل الدهون على تقليل نشاط الغدد المعدية بعد تناولها، وتقلل من درجة حموضة العصير المعدى، وتزيد فترة الكمون، وتزيد من زمن الافراز. ويتم انقباض العضلات المبطننة لجدار المعدة لخلط الطعام ودفعه إلى الأمعاء الدقيقة بعد تحويل البروتين إلى عديدة الببتيدات .

وتتأثر حركة المعدة ببعض الهرمونات والمؤثرات الكيميائية مثل الجاسترين والهيستامين والكولين وبعض الأيونات مثل البوتاسيوم تساعد فى حركة المعدة، ولكن وجود الانتيروجاسترين والادرينالين والنورادرينالين والكالسيوم يقلل من حركة المعدة .

٣ - الهضم فى الأمعاء :

أ - الاثنى عشر :

بعد مرور الطعام من المعدة إلى الاثنى عشر، يختلط بالعصارة البنكرياسية والصفراء،

وفى عدم وجود الطعام يكون الوسط قاعدياً ضعيفاً، وعند دخول الطعام حيث يوجد بعضاً من حامض الهيدروكلوريك يصبح حمضياً ثم يتحول إلى وسط قاعدي نتيجة لوجود أيونات البيكربونات .

العصارة البنكرياسية هي سائل شفاف عديم اللون قاعدي؛ نظراً لوجود البيكربونات ويقع الأس الهيدروجيني بين ٧٫٨ إلى ٨٫٤ .

تحتوى العصارة البنكرياسية على عديد من الإنزيمات مثل التربسين والكيমوترپسين (الخاصة بتحليل البروتين) والكربوكسى ببتيديز والامينوبيبتيديز (تساعد على تحليل الأحماض الأمينية عند النهايات الأمينية والكربوكسيلية) . هذا ويعمل إنزيم الليباز على تحليل الدهون، بينما يقوم انزيم الاميليز بتحويل الكربوهيدرات إلى مواد ثنائية التسكر والمالتيز (تحويل المالتوز إلى جلوكوز) واللاكتيز (تحويل اللاكتوز إلى جلوكوز) والنيوكليز (خاص بالأحماض النووية) .

ويتحول التربسينوجين (صورة غير نشطة) إلى تريپسين عن طريق الانتيروكينيز الذى يساعد على فصل ٦ أحماض أمينية مرتبطة به؛ فيتحول إلى الصورة النشطة، ثم يقوم التربسين بتنشيط الكيموترپسينوجين . وبفضل فعل التربسين والكيমوترپسين، يتحول البروتين إلى عديده الببتيدات الكربوكسيلية والأمينية . وتتحول الدهون إلى أحماض دهنية وجليسرين عن طريق الليباز، ويسهل من ذلك أملاح الصفراء .

ويقوم إنزيم الكربوكس ببتيديز بتحويل عديده الببتيدات الكربوكسيلية إلى ثنائية الببتيدات يبدأ إفراز العصير البنكرياسى بعد ٢ – ٣ دقائق من تناول الوجبة، وتختلف مكوناته من الانزيمات باختلاف نوع المواد الغذائية .

يصل الإفراز إلى أقصاه بعد حوالى ساعتين من تناول اللحوم، وبعد ساعة من تناول الخبز، وبعد ثلاث ساعات من تناول اللبن . وكمية العصير التى تفرز فى حالة اللحم دون دهن تقدر بحوالى ١٥٠٪ من التى تفرز مع الوجبات التى تحتوى على دهون، كما أن تناول الأطعمة الدهنية لمدة طويلة تؤدي تدريجياً إلى النقص فى الإفراز البنكرياسى . هذا... ويزيد محتوى العصير البنكرياسى من الليباز مع تناول الدهون، وتزيد كمية

الأميليز مع تناول الكربوهيدرات وتزيد كمية التريسين مع تناول البروتينات وهكذا. ويعتمد إفراز العصير البنكرياسي على عاملين أساسيين هما: الجهاز العصبي والهرمونات.

#### \* العصارة البنكرياسية:

تحدث إثارة وإفراز للعصير البنكرياسي عن طريق النظر ورائحة الطعام ومؤثرات أخرى مثل مضغ الطعام والبلع تؤدي إلى إثارة المستقبلات الموجودة في الفم والمرئ؛ مما يؤدي إلى الإفراز (التأثير الإنعكاسي) عن طريق الومضة العصبية التي تتولد من هذه المستقبلات والتي تصل إلى مركز العصب الخاصة بإفراز العصارة البنكرياسية، التي توجد في منطقة النخاع المستطيل ثم تمر الومضة بالاستجابة عن طريق العصب الحائر إلى غدة البنكرياس فيبدأ في الإفراز.

وأيضاً دخول محلول حمض الهيدروكلوريك أو العصارة المعدية إلى الاثنى عشر تعمل كمحفز قوى لإثارة البنكرياس على الإفراز؛ لأنه يؤثر على الخلايا المبطنة للاثنى عشر، فتفرز مادة تعرف باسم السكرتين (secretin) والتي تحمل بواسطة الدم إلى الخلايا البنكرياسية، فتقوم بتنشيطها. والصورة غير النشطة للسكرتين تعرف باسم البروسكرتين pro-secretin، وتتحول إلى الصورة النشطة عن طريق تأثير الأحماض الدهنية، وبالإضافة إلى السكرتين يوجد أيضاً هرمون البنكريوزيمين Pancreozymin الذي يحفز على إفراز الإنزيمات، ويوجد انزيم التريسين في صورة غير نشطة تعرف باسم تريسينوجين trypsinogen، ويتحول إلى الصورة النشطة عن طريق الانتيروكينين الذي يفرز من خلايا المعدة.

#### \* العصارة الصفراوية:

يفرز الكبد العصارة الصفراوية، وتقوم بالوظائف الآتية:

- ١ - تزيد من نشاط بعض الإنزيمات التي تفرز من البنكرياس؛ وخاصة إنزيم اللاكتيز الذي يزيد من نشاطه حوالي ٢٠ مرة نتيجة لوجود العصارة الصفراوية.
- ٢ - تعمل على تصبب الدهون مما يسهل تكسيرها وامتصاصها.
- ٣ - تساعد في حركة الأمعاء الدقيقة ودخول العصارة البنكرياسية إليها.

ومن ناحية أخرى.. فإن الوظيفة الأساسية للمرارة هي تحليل وتمثيل الدهون، وأي ضرر يصيب المرارة يسبب عرقلة في أيض الدهون. ويفرز من العصارة المرارية في اليوم حوالي ٥٠٠ إلى ١٠٠ مللى لتر عن طريق خلايا الكبد، ولكن دخولها إلى القناة المرارية ثم الأمعاء يحدث فقط بعد دخول الطعام إلى المعدة والأمعاء، وفي عدم وجود الطعام تخزن في الحوصلة المرارية.

وتختلف العصارة المرارية التي تدفع من القناة الكبدية في مكوناتها وخواصها، عن تلك التي تخزن في الحوصلة المرارية؛ فمثلاً الأولى عبارة عن محلول شفاف لونه أصفر فاتح، والآخر لونها غامض يميل إلى السواد وأكثر سمكا، وتحتوي على مواد صلبة وهذا نتيجة خلطها بالسائل المخاطي الذي تفرزه الطبقة المخاطية للحوصلة المرارية.

وتتكون العصارة الصفراوية من أحماض وصبغات، وتحتوي على الليسيتين والكوليسترول والدهون، والميوسين الذي يفرز عن طريق العشاء المخاطي المبطن للحوصلة المرارية، وبعض الأملاح غير العضوية، ولا تحتوي على إنزيمات، وتحتوي أيضاً على حامضين هما الجليكوكوليك والجليكوكولييك glycocholic - glycocholic. أما الصبغات الموجودة فهي عبارة عن البليروبين والبليفردين Bilirubin - Biliverdine والبليفردين ناتج من تأكسد البليروبين، ويتكون البليروبين من الهيموجلوبين المنطلق من تكسير كرات الدم الحمراء ( ١ جم من الهيموجلوبين ينتج حوالي ٤٠ مللى جرام من البليروبين )، وتوجد بعض الهرمونات تحفز على إفراز العصارة المرارية من الكبد مثل الجاسترين والسكرتين، عن طريق التأثير المباشر على الخلايا التي تقوم بالإفراز.

وقد وجد أن مادة الكوليستيسستوكينين cholecystikin التي تتكون في الاثنى عشر نتيجة تأثير حمض الهيدروكلوريك والأحماض الدهنية ومواد أخرى، تساعد على انقباض الحوصلة المرارية وتفرغ محتوياتها أثناء عملية الهضم.

#### ب - الهضم في الأمعاء الدقيقة :

يحتوي الغشاء المخاطي المبطن للأمعاء الدقيقة على غدد داخلية تفرز العصير المعوي، وهو سائل عديم اللون قاعدي غير شفاف؛ نظراً لاحتوائه على خليط من المخاط وبعض الخلايا المبطنة وبلورات من الكوليسترول وكلوريد الصوديوم، وكمية قليلة من

الكربونات . وتحتوى العصارة المعوية على انزيمات خاصة بهضم الكربوهيدرات والدهون وبقايا البروتين التي حدث لها هضم فى المعدة والاثني عشر، والصورة النهائية للبروتين هي الأحماض الأمينية، وذلك عن طريق الامينوببتيديز والدايببتيديز Amino peptidase and dipeptidase ، يقوم النيوكليز بهضم الاحماض النووية، وتحتوى أيضاً على الاميليز والليباز، ولكن فى صورة قليلة النشاط. وتتحول المواد ثنائية التسكر إلى أحادية التسكر عن طريق الانزيمات الخاصة بها: فمثلاً:

\* سكر الشعير ( المالتوز ) يتحلل عن طريق إنزيم المالتيز.

\* سكر القصب ( السكروز ) يتحلل عن طريق إنزيم الانفرتيز Invertase أو السكريز.

\* سكر اللبن (Lactose) يتحلل عن طريق إنزيم اللاكتيز.

والنقص فى هذه الإنزيمات يسبب إسهالاً وانتفاخاً بعد تناول السكريات . ويحدث الإسهال نتيجة لزيادة النشاط الاسموزى للسكريات الباقية فى تجويف الأمعاء؛ مما يسبب زيادة فى حجم محتويات الأمعاء . وتوجد فى القولون البكتريا التى تعمل على تكسير السكريات (oligosaccharides) مما يسبب زيادة فى الضغط الاسموزى والانتفاخ؛ نتيجة إنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون والهيدروجين من جزيئات ثنائية التسكر المتبقية فى الأمعاء والقولون . .

يحدث إفراز للعصير المعوى عن طريق مؤثرات كيميائية مثل العصير المعدى أو مؤثر ميكانيكى، وذلك عن طريق الجهاز العصبى الطرفى الذى يؤثر على الخلايا العصبية، التى توجد فى جدار الأمعاء فتحثها على الإفراز، ومن هنا نجد أن الجهاز العصبى المركزى ليس له دور فى إفراز العصير المعوى . ويوجد أيضاً هرمون الانتيروكروينين enterocrinin الذى يساعد فى عملية الإفراز .

#### ٤ - التغيرات التى تحدث فى الأمعاء الغليظة :

يدخل الطعام الذى لم يحدث له امتصاص فى الأمعاء الدقيقة إلى الجزء الأول من الأمعاء الغليظة ( الأعور ) عن طريق صمام، يسمح بمرور الطعام فى اتجاه واحد فقط، ويبقى مغلقاً إذا لم تكن هناك عملية هضم، وبعد ٤ دقائق من تناول الوجبة يبدأ فى



الانفتاح بمعدل ٣٠ - ٦٠ ثانية، والمواد التي لم يحدث لها هضم هي الخضراوات والأنسجة السليوزية. وتحتوى الأمعاء الغليظة على بكتيريا فلورا (flora) التي تعمل على تخمر الكربوهيدرات وتحلل البروتين وبعض الأحماض الأمينية، التي لم يحدث لها امتصاص. ونتيجة لفعل البكتيريا على المواد البروتينية تنتج مواد سامة مثل الاندول والاسكاتول والفينول، وإذا حدث لها انتقال إلى الدم، تحدث لها عملية إزالة السموم بالكبد (detoxification). والجزيئات التي توجد بالأمعاء الغليظة سميكة بسبب امتصاص الماء. والأجزاء الصلبة من الإفراز المعدي مثل المخاط تلعب دوراً مهماً في تكوين البراز، وذلك عن طريق اتحاد الأجزاء غير المهضومة مع بعضها. ومكونات البراز عبارة عن: المخاط - بعض الأنسجة المبطنة - الكلوستيريول - صبغات المرارة (تعطى اللون للبراز) - الأملاح غير الذائبة - البكتيريا - الطعام غير مهضوم (السيليلوز والكولاجين). ومعظم المكونات غير آتية من المواد الغذائية، وهذا يفسر وجوده في حالة الصيام.

#### ثانياً : الامتصاص (Absorption):

يعرف الامتصاص على أنه مرور المواد المختلفة من الوسط الخارجى إلى الدم أو الليمف، عن طريق طبقة أو أكثر من الخلايا التي تكون غشاء بيولوجى. وهذه الأغشية هي: الطبقة المبطنة للجلد، والطبقة المخاطية المبطنة للأمعاء، والحوصلة المرارية، وجدار الحويصلات المرارية، والطبقة التي تغطى التجويف البريتونى.... وهكذا. ومعظم الأغشية البيولوجية شبه منفذة بمعنى أنها تسمح بمرور بعض المواد ولا تسمح بمرور مواد أخرى. والأغشية منفذة للمواد التي تكون محلولاً حقيقياً، وغير منفذة للمواد التي تكون محلولاً غروباً، وتسمح بنفاذ المواد في اتجاه واحد فقط.

هناك مواد من الممكن أن تمتص عن طريق الجلد والمواد، التي تتطاير تمتص عن طريق الحويصلات الهوائية، والمواد التي تحقن تحت الجلد أو فى التجويف البريتونى يمكن أن تمتص وتمر إلى الدم أو الليمف.

ويعتبر الامتصاص الذى يحدث فى القناة الهضمية مهماً جداً؛ نظراً لأنه يمد الجسم بالمواد الغذائية اللازمة؛ حيث إن الامتصاص يحدث بصورة ضئيلة فى المعدة للأملاح

المعدنية والماء والكحوليات وأحاديث السكر؛ ويحدث الامتصاص بصورة نشطة في الأمعاء الدقيقة نظراً لكبر مساحة السطح الماص نتيجة لوجود الشنايا والخملات بأعداد كبيرة. ويتكون الغشاء الماص من خلايا مستطيلة دائرية الشكل مهدبة، قطرها حوالي ٨ ميكرون وتشاهد بالميكروسكوب العادي. وبالفحص بالميكروسكوب الإلكتروني وجد أن الأهداب عبارة عن زوائد خيطية طويلة (١-٣ ميكرون في الارتفاع وحوالي ٠.٨ ميكرون في القطر).

ويحدث الامتصاص عن طريق الترشيح filtration، والانتشار diffusion والقوة الأسموزية osmosis، ويعتمد الترشيح على الضغط الهيدروستاتيكي الذي يتولد نتيجة انقباض العضلات التي توجد في الجدار.

والانتشار البسيط Passive diffusion هو عبارة عن عملية يتم فيها انتشار المواد أو الغازات، التي توجد في المحاليل نتيجة لحركة جزيئاتها لتملاً حيزاً معيناً. وهذه الجزيئات دائماً في حركة عشوائية، وتنتشر المواد من المحاليل التي توجد فيها بتركيز أكبر إلى الأقل تركيزاً.

والانتشار النشط (Active diffusion): وفيه تنتقل المواد من الوسط الأقل إلى الوسط الأعلى تركيزاً وهذا يحتاج إلى طاقة (ATP).

#### القوة الأسموزية osmosis :

عند إذابة مادة معينة في الماء فإن تركيز جزيئات الماء، تكون أقل من تركيزها في محلول الماء النقي. وإذا وضع غشاء (يسمح بنفاذ الماء فقط ولا يسمح بنفاذ المادة المذابة) به مادة مذابة في ماء نقي، نجد أن جزيئات الماء تنتقل من الوسط الأقل تركيزاً (الوسط الذي يوجد به تركيز أكبر من جزيئات الماء) إلى الوسط الأعلى تركيزاً (الذي يوجد به تركيز أعلى من المادة المذابة وتقل به جزيئات الماء). والعملية التي يتم فيها انتشار المادة المذابة (الماء) إلى المنطقة التي يوجد فيها تركيز أعلى من المادة المذابة، التي لا يسمح لها الغشاء الفاصل بالمرور تسمى القوة الأسموزية. ومن الممكن أن تقف هذه العملية عن طريق ضغط يتولد في المنطقة الأعلى تركيزاً يسمى الضغط الأسموزي.

١ - امتصاص البروتين :

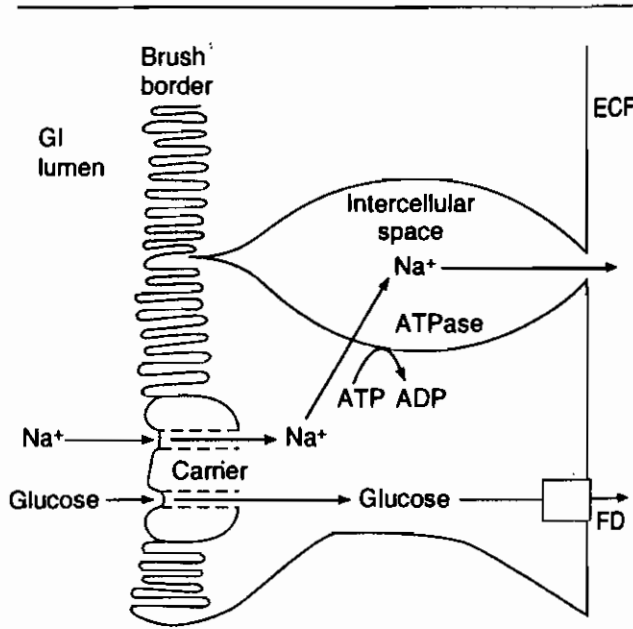
الاحماض الأمينية هي نواتج هضم البروتين في القناة الهضمية، وهي الصورة الممتصة من الأمعاء الدقيقة .

٢ - امتصاص المواد الكربوهيدراتية :

الجلوكوز هو الصورة الممتصة من الأمعاء الدقيقة وأيضاً الفركتوز والجلالاكتوز . وتحدث عملية فسفرة للجلوكوز والجلالاكتوز (بالاتحاد مع حمض الفوسفوريك ) في الجزء المخاطي من الأمعاء الدقيقة، وجود أى مادة سامة يمنع عملية الفسفرة ويقلل من عملية امتصاص الكربوهيدرات . وتتأثر هذه العملية أيضاً بهرمون الأنسولين الذى يقلل من كمية الجلوكوز فى الدم .

ويتوقف امتصاص الجلوكوز على درجة تركيز أيون الصوديوم على سطح الخلايا المبطنة للأمعاء الدقيقة؛ حيث ثبت أن التركيز المرتفع منها يسهل من عملية الامتصاص والعكس صحيح .

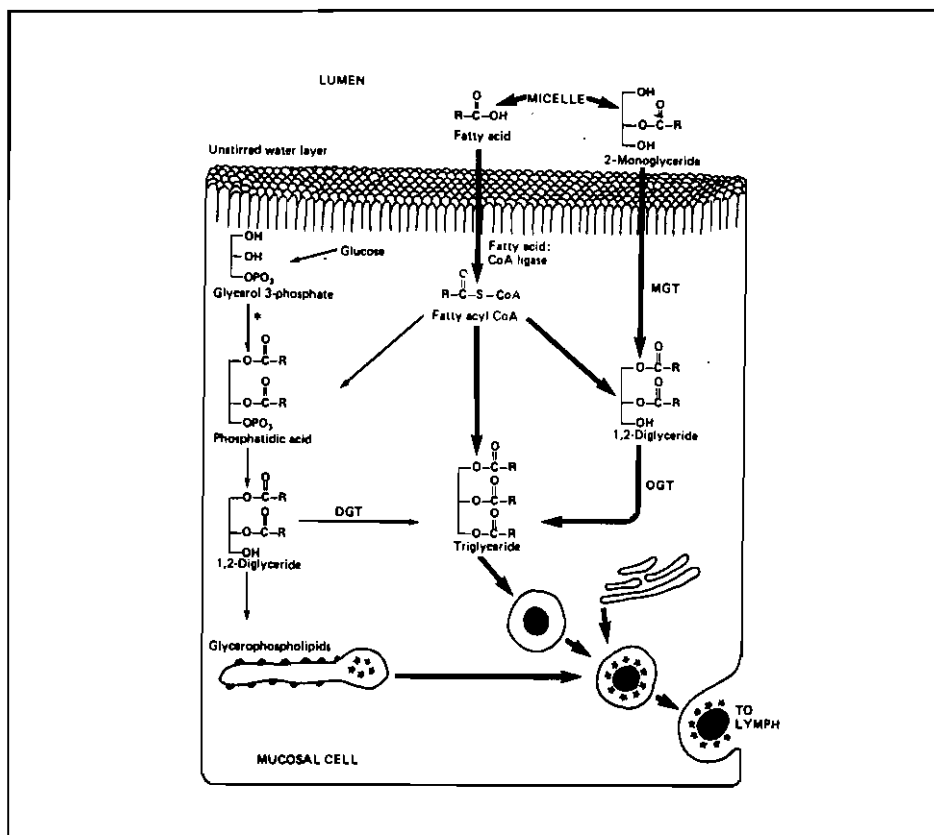
عندما يكون تركيز الصوديوم داخل الخلايا أقل من الخارج فيمر الصوديوم إلى الداخل نتيجة الفرق فى التركيز، ويتحرك الجلوكوز مع الصوديوم وينتشر فى الخلايا، ويمتص ١٠ جرام / ساعة من الجلوكوز من جدار الأمعاء الدقيقة . وعند حدوث خلل فى امتصاص صوديوم / جلوكوز مع بعضهما ينتج جلوكوز / جلاكتوز؛ مما يسبب اسهالاً شديداً . وكما أن الصوديوم مهم فى الانتشار النشط للجلوكوز والاحماض الأمينية، فإن وجود الجلوكوز فى تجويف الأمعاء الدقيقة يسهل من إعادة امتصاص الصوديوم . وهذه العملية تساعد فى علاج فقد الماء والصوديوم، عن طريق الاسهال بواسطة إعطاء محلول يحتوى على الجلوكوز وكلوريد الصوديوم، وقد وجد أيضاً أن الحبوب التى تحتوى على كربوهيدرات تساعد أيضاً فى علاج الإسهال .



**Mechanism for glucose transport across intestinal epithelium.** Glucose transport into the intestinal cell is coupled to  $\text{Na}^+$  transport, Utilizing a common carrier protein.  $\text{Na}^+$  is then actively transported out of the cell, and glucose enters the interstitium by facilitated diffusion (FD) via GLUT 2. From there, it diffuses into the blood.

### ٣ - امتصاص الدهون :

يحدث تكسير للدهون ثلاثية الجليسرات، وتتحول إلى حبيبات من الدهون، وتحدث لها عملية تصين عن طريق أملاح المرارة وتتكون الأحماض الدهنية. والدهون المتصبنة يحدث لها امتصاص بينما الدهون أحادية وثنائية الجليسرات المتكونة يحدث لها تحليل عن طريق انزيم الليباز، وتمر من خلال الغشاء المبطن للأمعاء الدقيقة، وتدخل في تكوين الدهون المفسفرة.



**Lipid absorption.** Triglycerides are formed in the mucosal cells from monoglycerides and fatty acids. Some of the glycerides also come from glucose via phosphatidic acid. The triglycerides are then converted to chylomicrons and released by exocytosis. From the extracellular space, they enter the lymph. Heavy arrows indicate major pathways. \* reaction inhibited by monoglyceride; MGT, monoacylglycerol acyltransferase; DGT, diacylglycerol acyltransferase.

In: Disturbances in Lipid and Lipoprotein Metabolism. Dietschy JM. Gotto AM Jr, Ontko JA (editors). American Physiological Society, 1978).

#### ٤ - امتصاص الماء والأملاح المعدنية:

##### أ - امتصاص الماء:

الماء: يصل إلى القناة الهضمية يوميا حوالي ٢٠٠٠ مللى من السوائل بجانب ٧٠٠٠ مللى من الإفرازات من الأجزاء المخاطية من القناة الهضمية. ويحدث لحوالى ٩٨٪ من هذه الكمية إعادة امتصاص، ويفقد فقط ٢٠٠ مللى فى اليوم، ويسير الماء فى كلا الاتجاهين عبر جدار الأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة لتنظيم الضغط الأسموزى.

هذا... ومن ناحية أخرى فإن مرور الصوديوم داخل أو خارج الخلايا يعتمد على الفرق الاسموزي، ومن الممكن أن تمتص عن طريق الانتشار النشط كما يحدث في الأمعاء الدقيقة؛ لأنه مهم لتسهيل مرور الجلوكوز والأحماض الأمينية، و يسهل وجود الجلوكوز من إعادة امتصاص الصوديوم.

#### ب - امتصاص الأملاح المعدنية:

##### \* الكلور Chlor:

يفرز الكلور إلى تجويف الأمعاء الدقيقة عن طريق الفتحات الخاصة به  $cl - channels$  التي تنشط عن طريق الادينيلاات أحادى الفوسفات الدائري  $CAMP (Cyclic AMP)$  وتسبب بعض البكتريا السامة تجمع  $AMP$ ؛ مما يزيد إفراز أيون الكلور من غدد الأمعاء، وذلك يهبط من وظيفة الغشاء المخاطي لمرور الصوديوم، وبذلك يقل امتصاص كلوريد الصوديوم؛ مما يؤدي إلى زيادة الأليكتروليت والماء في الأمعاء مما يسبب الإسهال.

##### \* محلول كبريتات الماغنسيوم $Mg sulfate$ :

يمتص بصعوبة ويساعد على اتزان الضغط الاسموزي بالأمعاء، وهو يعتبر مليناً للأمعاء.

##### \* البوتاسيوم:

يحدث امتصاص للبوتاسيوم potassium من خلال الغشاء المخاطي المبطن للقناة الهضمية بالانتشار، ويمكن أن يحدث عن طريق فتحات خاصة به ( $K^+ - channels$ ) في القولون. وعند زيادة كمية البوتاسيوم في الطعام يزيد إفراز هرمون الالدوستيرون.

##### \* الكالسيوم Calcium:

يمتص حوالي ٣٠ إلى ٨٠٪ من الكالسيوم المأخوذ، ويحدث هذا في الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة عن طريق الانتقال البسيط أو الانتقال النشط عن طريق دايهيدروكس كالسيفيرول  $dihydroxycalciferol$ ، وهذا المركب ناتج من أبيض فيتامين د فى الكلية. ومعدل زيادة هذا المركب مرتبطة بنقص محتوى البلازما من الكالسيوم؛ مما يزيد من

امتصاص الكالسيوم، ويقل عند زيادة الكالسيوم فى الدم. ويساعد وجود البروتين والفوسفات فى عملية الامتصاص، هذا وثبت أن وجود الأوكسالات يقلل من عملية الامتصاص؛ لأنها تكون أملاحاً غير ذائبة مع الكالسيوم.

#### \* الحديد Iron :

يفقد الجسم كمية قليلة نسبياً من الحديد والكمية التى تخزن مرتبطة بالكمية الممتصة من الأمعاء. ويفقد الرجل حوالى ٠.٦ مج/ اليوم، وتفقد النساء حوالى ضعف هذه الكمية. وتتراوح الكمية الممتصة من الحديد من ٣ إلى ٦٪ م الكمية المأخوذة. هذا ويمتص الحديد فى صورة ثنائية التكافؤ (الحديدوز  $Fe^{2+}$ ). والصورة التى يوجد بها الحديد فى الطعام صورة ثلاثية التكافؤ ( $Fe^{3+}$  الحديديك)، ولا يحدث امتصاص للحديد فى المعدة، ولكن العصير المعدى يساعد على إذابة الحديد؛ ليكون مركباً قابلاً للذوبان، ويتحد مع حامض الاسكربيك (Ascorbic acid)؛ فتحدث له عملية اختزال، ويتحول إلى أيوم الحديدوز.

وتوجد بعض المركبات فى المواد الغذائية، التى تؤثر فى امتصاص الحديد مثل الفوسفات والأوكسالات، وبعض المواد التى توجد فى الحبوب (Phytic acid) والتى تتفاعل مع الحديد، وتكون فى الأمعاء الدقيقة مركباً غير قابل للذوبان.

#### ٥ - امتصاص الفيتامينات :

تمتص الفيتامينات التى تذوب فى الماء مثل فيتامين ج ومجموعة فيتامين ب بسرعة كبيرة؛ ولكن امتصاص الفيتامينات التى تذوب فى مذيبيات الدهون (A - ١ و D - ٢ و K - ٣ و E) يقل إذا حدث نقص فى امتصاص الدهون بسبب نقص إنزيمات العصارة البنكرياسية أو إفراز المرارة. وتمتص معظم الفيتامينات فى الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة، ولكن فيتامين ب<sub>١٢</sub> يمتص فى اللفائفى، وذلك باتحاده مع مركب بروتينى يفرز من المعدة (intrinsic factor)، ويكون مركباً يمتص عن طريق الجزء المخاطى لللفائفى.

## بعض الظواهر المتعلقة بالجهاز الهضمي

أولاً: الإحساس بالجوع والعطش:

أ - الإحساس بالجوع (Hunger):

إن الإحساس بالجوع والعطش إحساس غير مستحب في منطقة المعدة، وإن أى فراغ في جزء صغير منها يسبب الماء، ويصاحبه غالباً غثيان. وهذا الإحساس يحدث دورياً كل ٦٠ إلى ٩٠ دقيقة، ويستمر لمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة. ويظهر عادة عندما تكون المعدة فارغة ما عدا حالات الجوع المرضى، الذى يكون مصحوباً باضطراب في جزء من المخ، وهذه الحالة تعرف باسم الشره المرضى.

والإحساس بالجوع مرتبط بمنطقة توجد في الجهاز العصبي المركزي، تحتوى على مركز الطعام (food centre)، وخلايا هذا المركز توجد في منطقة القشرة الخية - cerebral cortex وفى النواة تحت القشرة subcortical nuclei وفى الهيبوثلامس hypothalamus، وهذه المراكز تتحكم في تناول الطعام والسلوك ونشاط القناة الهضمية؛ فمثلاً: تؤدي إثارة بعض هذه المراكز التي توجد في منطقة الهيبوثلامس إلى طلب الطعام وإثارة مراكز أخرى تؤدي إلى رفض الطعام. وهذه المراكز تثار أو تهبط عن طريق المؤثرات، التي تصل إليها عن طريق المستقبلات الطرفية التي توجد في القناة الهضمية، وعن طريق الهرمونات التي توجد في الدم. وهناك نظريتان لشرح العملية الفسيولوجية للجوع:

- \* إن الإحساس بالجوع غير مرتبط بالأعصاب، ولكن يحدث عن طريق التغير في المكونات التي توجد في الدم وفي الأعضاء المختلفة من الجسم، ومنها الجهاز العصبي المركزي. ويتوقف هذا الإحساس عندما يحدث أيض للمواد الغذائية في هذه الخلايا؛ فمثلاً يتوقف هذا الإحساس، عند دفع الجلوكوز للدم، وهذا يؤكد ويؤيد هذه النظرية.
- \* يعتبر الجوع شعوراً موضعياً تصل مضاداته إلى المخ عن طريق المستقبلات، التي توجد



فى القناة الهضمية، وأن النشاط الدورى للقناة الهضمية هو المسئول عن الإحساس بالجوع.

وفىما يتعلق بالنشاط الدورى للأعضاء التى تقوم بعملية الهضم (المهضمة) وعلاقتها بالجوع، فقد ثبت أن معظم الأعضاء التى تقوم بالهضم وخاصة المعدة والأمعاء تكون فى حالة نشاط، ليس فقط بعد تناول الطعام، ولكن أيضاً بين فترات الهضم ويحدث النشاط الدورى للحركة والإفراز فى أعضاء كثيرة، حتى عندما تكون المعدة فارغة. وقد وجد فى حيوانات التجارب أن زمن الانقباض الذى يحدث فى المعدة الفارغة، يحدث كل ٩٠ دقيقة ويستمر لمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة، ويليه فترة من السكون (Latent period)، وهذه الحركة من المعدة والأثنى عشر والأمعاء الدقيقة تكون مصحوبة بالإفراز البنكرياسى والمعوى وهذا النشاط من الحركة والإفراز متلازمين ومصاحبين ببعض التغيرات، التى تحدث فى الجسم مثل التغير فى التنفس والدورة الدموية وإثارة الجهاز العصبى المركزى.

إن هذا التغير الذى يحدث فى حيوانات التجارب يحدث أيضاً فى الإنسان، وتسمى انقباضات الجوع. والعوامل التى تمنع هذه الحركة تمنع أيضاً الإحساس بالجوع مثل التمارين العضلية العنيفة والإضراب عن الطعام لمدة طويلة، وهذا يوضح أن الصيام لعدة أيام يمنع الإحساس بالجوع (ماعدا ٣ أو ٤ أيام الأولى فقط).

خلاصة لذلك، فقد وجد من الأبحاث الفسيولوجية أن التغيرات التى تحدث فى مكونات وخواص الوسط الداخلى تؤثر على الهيپوثلامس (من الأجزاء الحساسة لآى تغير كيميائى فى الجسم).

وبهذا تعطى النشاط الدورى لأعضاء الهضم، وهذا النشاط يعطى ومضات عصبية من المستقبلات، التى توجد فى المعدة والأمعاء الدقيقة إلى الأجزاء الخاصة، التى توجد فى الجهاز العصبى المركزى فيسبب الإحساس بالجوع.

#### ب - الإحساس بالعطش (Thirst):

يحدث هذا الإحساس نتيجة لنقص كمية الماء فى الجسم وتناول كميات الكبيرة من

الأملاح أو فقد كمية من الماء (عن طريق العرق أو الإسهال)، ورد الفعل الفسيولوجي مع العطش هو تناول الماء، ويقف هذا الإحساس، عندما يحدث اتزان مائي واتزان اليكتروليتي في الأعضاء. ويحدث الإحساس بالعطش نتيجة التأثير على مستقبلات خاصة (osmoreceptors) حساسة للارتفاع في الضغط الاسموزي (نتيجة النقص في كمية الماء) للأعضاء الداخلية، وتوجد في منطقة الهيبوثلامس.

وقد وجد أن جفاف الفم والحلق مرتبط بظاهرة العطش، وأن بلل الفم بالماء يمنع الإحساس بالعطش، ولكن ليس بصورة كاملة. ويقف الشعور تماماً عند حقن محلول ذات تركيز منخفض إلى الدم، أو دخول الماء إلى القناة الهضمية. ويرتبط الشعور بالعطش بانخفاض إفراز كمية اللعاب؛ مما يؤدي إلى جفاف الفم، وعندما تفقد الأنسجة الماء يقل إفراز كمية اللعاب ويبدأ الشعور بالعطش عندما تنخفض نسبة الافراز إلى حوالي ٢٠٪ وتصبح غير محتملة عندما تصل إلى ٥٠٪.

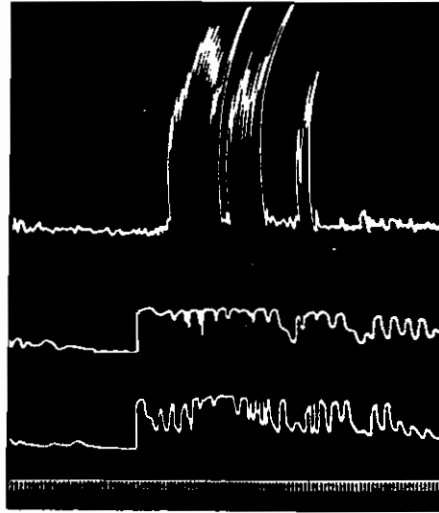
مما سبق.. فإن الشعور بالعطش هو نتيجة نقص كمية الماء في الأنسجة، وأن تناول الماء يبقى الحالة الداخلية لهذه الأنسجة متزنة، وعندما يشعر الفرد بالعطش نتيجة لجفاف الفم والحلق.. فإن الومضات العصبية التي ترسلها المستقبلات تلعب دوراً مهماً في ذلك؛ حيث إن الخلايا العصبية الخاصة بمستقبلات الضغط الاسموزي Osmoreceptor-tors تقع في الهيبوثلامس، والتي تحتوى على مراكز اتزان الماء، وأن إثارة هذه المراكز تؤدي إلى انخفاض في كمية الماء، التي تفقد عن طريق الأعضاء وانخفاض من افراز اللعاب، وهذا سبب الإحساس بجفاف الحلق.

وتوجد في المخ مراكز تناول الماء مثل مراكز تناول الطعام، كما ان الشعور بالعطش يتحكم فيه هذا المركز، الذي يقع في منطقة القشرة المخية ومنطقة تحت القشرة المخية، ويوجد في الهيبوثلامس المركز الذي يتحكم في اتزان الماء (water balance).

### ثانياً : الغثيان Vomiting :

الغثيان هو عملية رد فعل عكسية (reflex) تحدث في القناة الهضمية؛ نتيجة تأثير بعض المواد، مثل الابومورفين، والتأثير على بعض النهايات العصبية الحسية. ويحدث

عن طريق التأثير على الأعضاء المختلفة مثل اللسان والبلعوم والغشاء المخاطي المبطن للمعدة والأمعاء الدقيقة، وعلى التجويف البطني والرحم، وأيضاً عن طريق حاستي الشم والتذوق (تسبب الاشمئزاز)، ويبدأ الغثيان بانقباض عضلات الأمعاء الدقيقة، وهذا يؤدي إلى إرجاع محتوياتها إلى المعدة. وتبدأ في خلال ١٠-٢٠ ثانية عضلات المعدة في الانقباض والانفتاح، ثم تحدث انقباضات عنيفة في العضلات البطنية والحجاب الحاجز، وبهذا تطرد المعدة محتوياتها إلى المريء ثم إلى الفم أثناء الزفير، ويؤدي انقباض العضلات إلى ارتفاع لسان المزمار إلى أعلى؛ فيمنع دخول الطعام إلى الأنف، ويهبط لسان المزمار إلى أسفل ويفتح الفم. هذا والجدير بالذكر أن الأعصاب الواردة هي المسئولة عن هذه العملية؛ فتقوم بتوصيل المؤثرات إلى مراكز الغثيان في النخاع المستطيل، ثم تقوم الأعصاب الصادرة (العصب الحائر والعصب الذي يغذي الأحشاء) بإثارة العضلات البطنية والحجاب الحاجز.



**Tracings of vomiting movements (after E. Babşky)**  
 The upper tracings record gastric movements, the second tracings from the top, duodenal movements, the third tracings, the movements of the small intestine, the bottom line is the time-interval marker

## الوظائف الرئيسية للكبد

يعتبر الكبد أهم عضو فسيولوجي في جسم الفقاريات، ومن أهم وظائفه ما يأتي:

١ - يعمل الكبد على بقاء نسبة سكر الجلوكوز في الدم ثابتة. وتختلف هذه النسبة باختلاف الفقاريات؛ فيتراوح تركيز الجلوكوز في دم الإنسان بين ٨٠ - ١٢٠ ملليجرام في ١٠٠ سم من الدم. وإذا نقصت كمية الجلوكوز في الدم عن ذلك، فإن جليكوجين الكبد يتحلل إلى جلوكوز، يدفع في الدم لإعادة نسبة الجلوكوز إلى الحالة الطبيعية. ويتكون جليكوجين الكبد أساساً من بعض الأحماض الأمينية (بعد إزالة الأمونيا منها) مثل حامض الجلوتاميك Glutamic، والسيستين Cystine، والالانين Alanine، والبرولين proline، والسيرين Serine، وحامض الاسبرتيك Aspartic، كما يتكون من جليسرين الدهون، ومن حامض اللاكتيك lactic acid، والبيروفيك pyruvic اللذان يتكونان في العضلات نتيجة لعملية تحلل جليكوجين العضلات، ومن الفركتوز والجالكتوز الممتصين من الأمعاء. أما الجلوكوز الذي ينتج من هضم كربوهيدرات الطعام، فإنه يسير من جدار الأمعاء إلى الدم ماراً بالكبد، ومنه إلى بقية أجزاء الجسم فتأخذ منه الأنسجة حاجتها لعمليات التأكسد، ويتحول ما زاد عن ذلك في العضلات إلى جليكوجين يترسب بها، وإذا زادت كمية الجلوكوز كثيراً فإنه يتحول إلى دهون تحتل تحت الجلد، وحول الأحشاء وبين الخلايا.

ولذلك تزيد كمية الجليكوجين في العضلات بعد تناول طعام غني بالكربوهيدرات، وأما الزيادة في كمية الجليكوجين في الكبد التي تلاحظ بعد تناول طعام غني بالكربوهيدرات، فإنها لا ترجع إلى تحول جلوكوز الطعام إلى جليكوجين في الكبد، بل ترجع إلى احتفاظ الكبد بما يتكون فيه من الجليكوجين؛ إذ إن الدم أثناء عملية امتصاص الغذاء يكون غنياً بالجلوكوز، فهو ليس في حاجة إلى تحلل جليكوجين الكبد إلى جلوكوز، كما يحدث بعد انتهاء عملية الامتصاص، ويحوى كبد الإنسان الصحيح

١٠٠ جرام جليكوجين، فى حين أن عضلاته تحوى ٢٥٠ - ٣٥٠ جرام جليكوجين. ويتم تحول جليكوجين الكبد والعضلات إلى جلوكوز بعملية الفسفرة Phosphorolysis، التى تشبه عملية التحلل المائى hydrolysis، ولكن بدلاً من إضافة الماء يضاف حامض الفسفوريك. ويتم ذلك بواسطة إنزيم الفسفوريلاز phosphorylase فى وجود ثلاثى فوسفات الأدينوسين adenosine triphosphate كمصدر للفسفور.

وينشط هرمون الأدرينالين هذا التحول بالعمل على زيادة تركيز الإنزيم.

٢ - للكبد أهمية كبيرة فى هضم وأيض المواد الدهنية، وقد سبق أن تكلمنا عن أهمية الصفراء فى هضم المواد الدهنية، وأن أكسدة الأحماض الدهنية تحدث فى الكبد بما يعرف بالتأكسد البائى B-oxidation.

وينتج من هذا التأكسد حامض الأسيتواسيتيك وحامض البيوتيريك بائى الهيدروكسيد والأسيتون، وهو من النواتج الطبيعية لأكسدة الأحماض الدهنية فى الكبد، وتنتقل هذه المواد من الكبد إلى العضلات والكلية؛ حيث يتم تأكسدها إلى ثانى أكسيد الكربون وماء. وفى حالة مرضى السكر diabetes mellitus يعتمد الجسم اعتماداً كبيراً على تأكسد الدهون؛ فتتكون هذه المواد بكميات كبيرة، لا تستطيع أنسجة العضلات والكلية أكسدها جميعاً، فتظهر فى الدم والبول.

٣ - يتم فى الكبد أيضاً الأحماض الأمينية بنزع الأمونيا منها deamination، كما يتم بالكبد تحويل الأمونيا إلى مواد إخراجية كالبولينا فى حالة الثدييات.

وأغلب الأمونيا المتكونة تتحول فى الكبد أيضاً إلى مواد إخراجية أوزوتية، وجزء صغير منها يتحد بحامض الجلوتاميك glutamic acid؛ ليكون جلوتامين glutamine، ويعمل الجلوتامين كمخزن للأمونيا، يرجع إليه الجسم عند حاجته إليها، مثل تكوين الأحماض الأمينية غير الأساسية.

٤ - يتم فى الكبد تكوين بعض البروتينات اللازمة للجسم، فمثلاً يتكون بها

الفبرينوجين fibrinogen، والبروثرومبين prothrmbin اللازمين لتكوين الجلطة الدموية. كما يتكون بها البيومينات البلازمية، وهذه البروتينات بعد تكوينها في الكبد تنتقل إلى بلازما الدم.

هـ - تتحول في الكبد بعض المواد السامة بالجسم إلى مواد غير سامة detoxication تفرز في البول؛ فمثلاً تعمل بكتريا الأمعاء الغليظة على تحويل بعض الأحماض الأمينية إلى مواد سامة.

التيروسين Tyrosine ← كريزول Cresol ← فينول phenol

بكتريا الأمعاء  
التريبتوفين tryptophane ← اندوكسيل indoxyl  
الغليظة

فالفيينول والاندوكسيل مواد سامة جدا للجسم، فعندما يحملها الدم من الأمعاء إلى الكبد، فإن هذه المواد إما أن تتحد بحامض الكبريتيك الذي يوجد في الكبد لتكون ما يعرف بالكبريتات الطيارة etherial sulphate، أو تتحد بحامض الجلوكورنيك لتكون في حالة الفيينول مثلاً فينول الجلوكورنيك phenylglucuronide، وهذه مواد غير سامة يحملها الدم من الكبد إلى الكليتين حيث تفرز في البول.

وكذلك تتأكسد بالكبد بعض المواد السامة كالسينيدات إذا كانت بكميات قليلة، وتتحول إلى ثيوسانيت thiocyanate، وتفرز هذه في البول أو في اللعاب.

وكذلك تعمل بعض الأحماض الأمينية على تعادل السموم في الكبد؛ فمثلاً الحمض الأميني جليسين glycine يتحد بحامض البنزويك benzoic السام، الذي يمتص من الأمعاء من بعض الأغذية الخضراء، أو الذي يتكون في الجسم من عمليات التحول الغذائي ليكون حامض الهيپوريك الذي يفرز في البول.

جليسين + حامض بنزويك ← حامض هيپوريك

وتحدث عملية التعادل هذه كاملة في الكبد السليم. وتستعمل هذه الحقيقة لاختبار

صحة الكبد بأن يحقن فى الوريد كمية معينة من حامض البنزويك، ثم تقدر كمية حامض الهيپوريك فى البول؛ ففي الكبد الصحيح تكون كمية حامض الهيپوريك المتكونة معادلة لكمية حامض البنزويك التى حقنت بالجسم.

٦ - يتخلق فى الكبد الأحماض الامينية غير الاساسية؛ أى التى لا يتحتم توفرها فى الغذاء البروتينى- كما يتم بالكبد تحول بعض الأحماض الامينية إلى بيورين (purine) وبيريميدين (pyrimidine) وفوسفات الكرياتين (Creatine phosphate).

٧ - يعمل الكبد كمخزن للفيتامينات وخصوصا فيتامين أ، د، ويحوى الكبد فى التغذية الصحيحة أيضاً كميات كبيرة من الريبو فلافين وحامض النيكوتينك وحامض الاسكريك، والتوكوفيرول. ولذلك فإن امراض الكبد يصحبها عادة أعراض نقص هذه الفيتامينات.

٨ - درجة حرارة الكبد تكون عادة أعلى بقليل من درجة حرارة الجسم؛ ولذلك فإن الكبد يعمل على تنظيم حرارة الجسم.

٩ - يحوى الكبد كمية كبيرة من الحديد، الذى يحتاجه الجسم فى تكوين الهيموجلوبين.

١٠ - يحوى الكبد حوالى ٢٠٪ من كمية الدم بالجسم؛ ولذلك قد يعمل الكبد كمخزن للدم.

## الأيض الغذائي وميزان الطاقة

### Metabolism and Energy Balance

تعنى كلمة الأيض الغذائي التغير الكيميائي للمواد الغذائية، وانتقال الطاقة الذى يحدث بالجسم. يحدث تأكسد للمواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون، وينتج ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة اللازمة للنشاط الحيوى بالجسم، وتنتج الطاقة أيضاً عند حرق المواد الغذائية خارج الجسم، والعملية هذه ليست بالعملية السهلة، ولا تتكون فى خطوة واحدة، ولكنها عملية معقدة تتم على مراحل متعددة وببطء، وتسمى هدم Catabolism، والطاقة المنطلقة تخزن على هيئة مركبات فوسفورية. وتكوين المواد الكربوهيدراتية والبروتينية والدهنية من المواد الأولية لها تمر بعملية، تسمى بناء anabolism وتستخدم فيها الطاقة المختزنة.

**اتزان الطاقة:** هو عدم تولد طاقة ولا استهلاك طاقة أو بمعنى آخر وجود اتزان بين السعرات الحرارية المنتجة والمستهلكة. وإذا كان محتوى الطاقة فى الغذاء المتناول أقل من الطاقة المستهلكة يكون اتزان الطاقة سالباً، وتستخدم الطاقة المخزنة فيحدث هدم للجليكوجين والبروتين والدهون، وبذلك يفقد الفرد جزءاً من وزنه، وإذا كانت كمية الطاقة فى الغذاء المتناول أكبر من الطاقة المفقودة على هيئة حرارة أو عمل يقوم به الفرد، وبالتالي فإنها تخزن ويكتسب الفرد وزناً زائداً، وهذا مايسبب السمنة بالجسم.

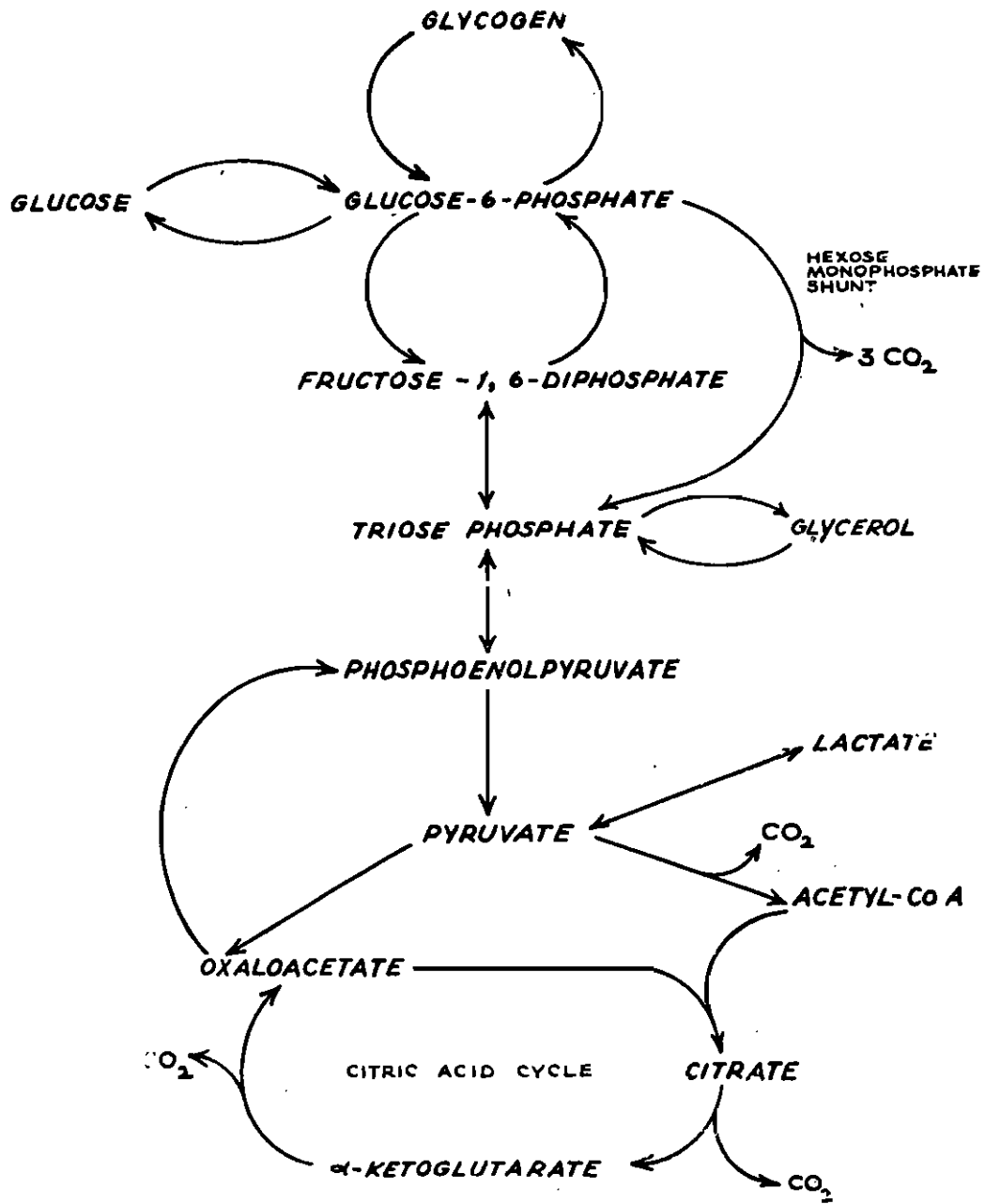
### أولاً: أيض المواد الكربوهيدراتية Carbohydrate Metabolism :

الكربوهيدرات عبارة عن جزيئات من السكر السداسى مثل الجلوكوز والجلالكتوز والفركتوز، والنواتج الاساسى من هضم الكربوهيدرات والذى يمر إلى الدم هو الجلوكوز. وعند دخول الجلوكوز إلى الخلايا تحدث له عملية فسفرة (phosphorylase).



ويتحول إلى جلوكوز ٦- فوسفات، والإنزيم الذى يسهل من هذه العملية هو هكسوكينيز (hexokinase)، ويوجد انزيم آخر فى الكبد يعرف باسم جلوكوكينيز (glucokinase) وتزيد كميته فى وجود الأنسولين، ويقل فى حالة الصيام ومرض السكر. ويتحول الجلوكوز ٦- فوسفات إلى جليكوجين عن طريق البناء أو إلى صورة أبسط عن طريق الهدم، والعملية التى يتكون فيها الجليكوجين تسمى glycogenesis، (وهى الصورة المختزنة للجلوكوز؛ وخاصة فى الكبد والعضلات الهيكلية) والعملية التى يتكسر فيها الجليكوجين تسمى glycogenolysis.

وتحويل الجلوكوز (هدم) إلى بيروقات أو لاكتات تسمى glycolysis، ثم يتحول البيروقات إلى استيل مرافق الإنزيم أ (Acetyl CoA) وهو يعتبر مركباً وسطاً بين الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، ومن ذلك نجد إنه يمكن تحويل الجلوكوز إلى دهون عن طريق هذا المركب، ولا يتم تحويل الدهون إلى جلوكوز؛ لأنها عملية غير عكسية.

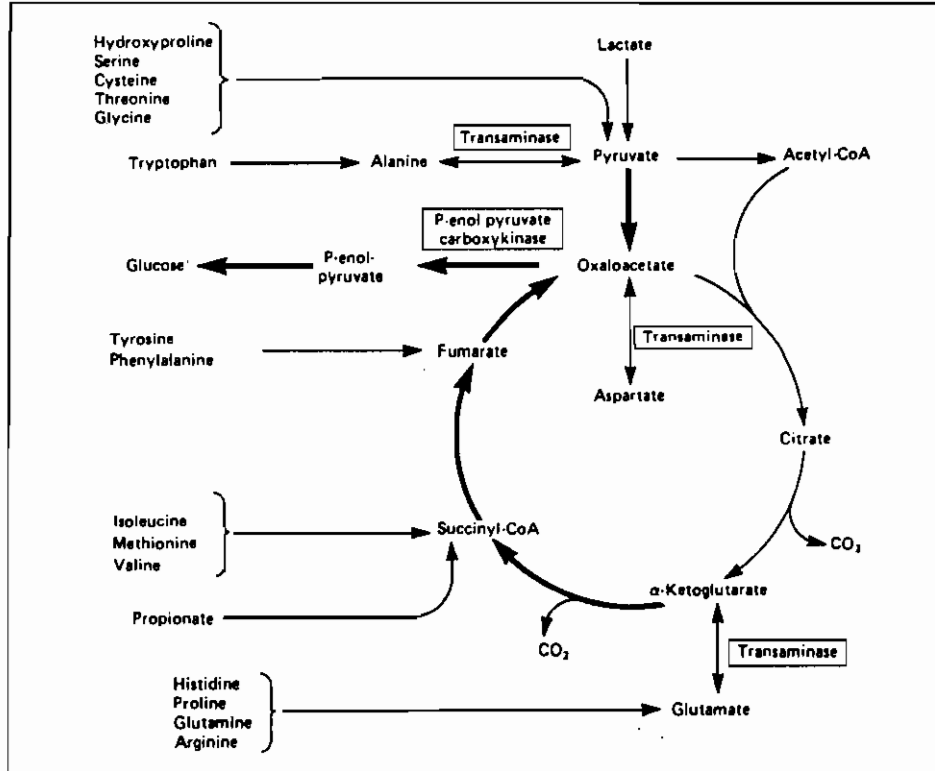


Major pathways of carbohydrate metabolism

## دورة كربس أو الحمض ثلاثي الكربوكسيل أو دورة حمض الستريك

### : Krebs cycle, tricarboxylic acid cycle or citric acid cycle

يحدث في هذه الدورة عدة مراحل من التفاعلات، التي عن طريقها يتحد الاستيل مرافق الإنزيم أ (يحتوي على ذرتين كربون) مع الأوكسالوأسيتات، والذي يحتوي على ٤ ذرات كربون، ويتكون السترات. وفي ٧ مراحل متتالية تنفصل مجموعتان من ثاني أكسيد الكربون، ويعاد تكون الأوكسالوأسيتات مرة أخرى. ويتم انتقال ٤ أزواج من ذرة الهيدروجين إلى السيتوكروم، وينتج ١٢ جزيئاً من أدينوسين ثلاثي الفوسفات، و٤ جزيئات ماء (يستخدم منها جزيئان في الدورة). وتعتبر هذه الدورة الرئيسية لأكسدة الكربوهيدرات والدهون وبعض الأحماض الأمينية. وتدخل الكربوهيدرات والدهون عن طريق الاستيل مرافق الإنزيم أ، ولكن الأحماض الأمينية عن طريق إزالة الأمونيا.

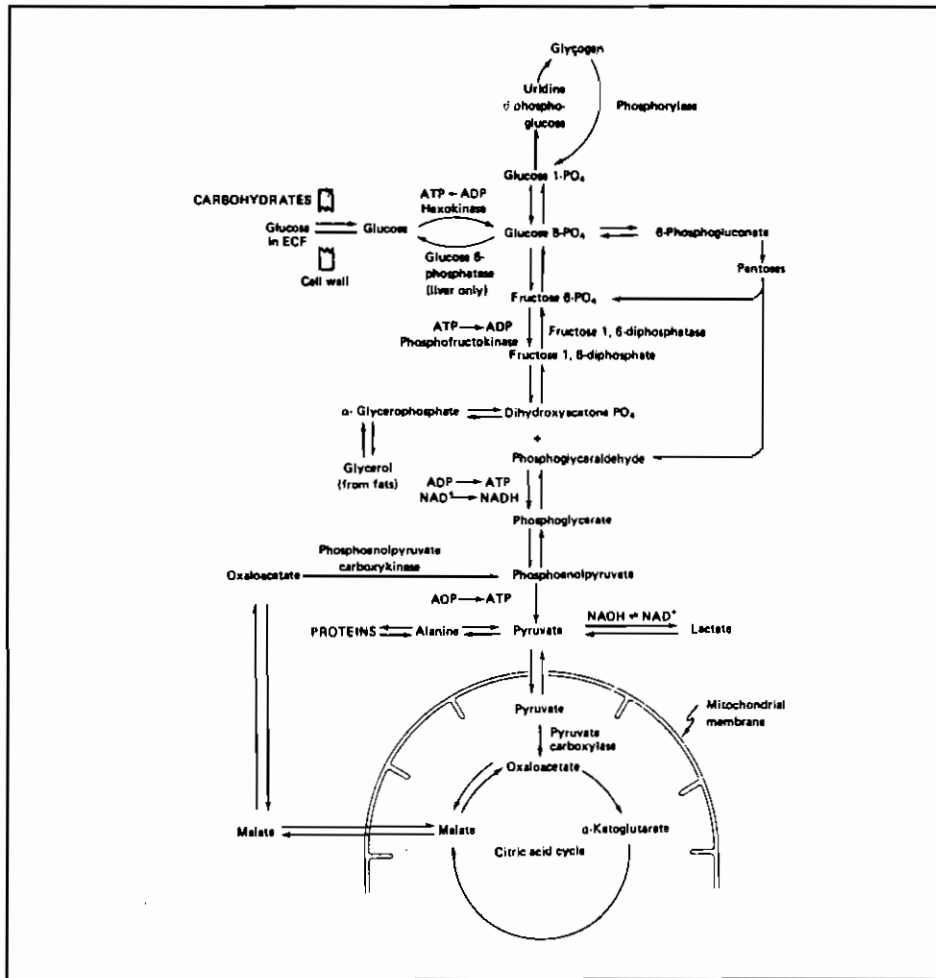


Involvement of the citric acid cycle in transamination and gluconeogenesis. The bold arrows indicate the main pathway of gluconeogenesis. Murray RK et al: Harper's Biochemistry, 23rd ed. Appleton & Lange, 1993.)

والأكسجين مهم جداً في هذه الدورة ولا تحدث في الظروف اللاهوائية وتحدث داخل الميتوكوندريا. هذا ويتم تحويل الجلوكوز إلى بيروقات، تحت الظروف اللاهوائية، وتحدث خارج الميتوكوندريا.

وتحدث المرحلة اللاهوائية على ثلاث خطوات في غياب الأكسجين:

- ١ - تحول الجليكوجين إلى سكر أحادي.
- ٢ - تحول السكر الأحادي إلى جزئين من السكر ثلاثي الكربون.
- ٣ - تحول السكريات ثلاثية الكربون إلى حامض بيروفيك.

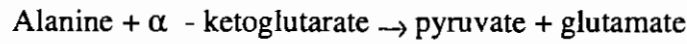


Outline of the metabolism of carbohydrate in cells, showing some of the principal enzymes involved.

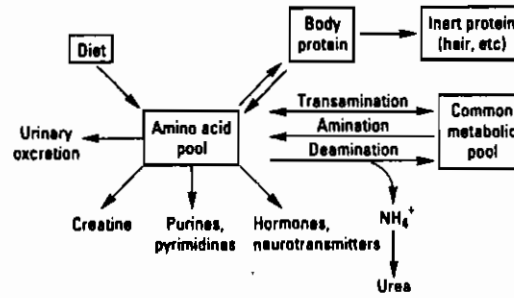
## ثانياً: أيض البروتين Protein metabolism :

البروتين عبارة عن سلسلة من الأحماض الأمينية مرتبطة مع بعضها عن طريق رابطة ببتيدية، تربط بين مجموعة الأمين لحمض مع مجموعة كربوكسيل للحمض الآخر. يحدث للبروتين المتناول عملية هضم، ويمتص على صورة أحماض أمينية. وتحدث عملية تحليل، ثم إعادة بناء بروتين الجسم ذاته، وتتراوح نسبة تكسير البروتين في اليوم حوالي من ٨٠ إلى ١٠٠ جرام / اليوم، وتكون النسبة مرتفعة في الغشاء المخاطي المبطن للأمعاء. وتعتبر الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الهضم مستودعاً يأخذ منه الجسم احتياجه. وفي أثناء النمو فإن الاتزان بين الأحماض الأمينية وبروتين الجسم يتجه إلى تكوين بروتين الجسم؛ أي بمعنى أن التكوين أسرع من الهدم. وتفقد كمية قليلة من البروتين في البول والبراز.

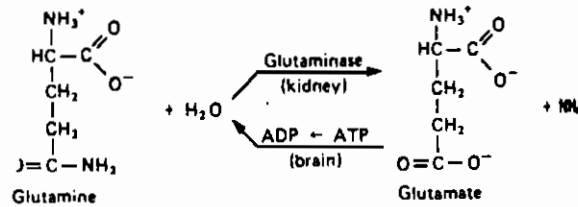
ويحدث تبادل بين الأحماض الأمينية ونواحي هدم الكربوهيدرات والدهون في دورة كريبس، وذلك عن طريق إزالة أو انتقال مجموعة الأمين (Transamination)، وينتج من ذلك تحويل حمض كيتوني إلى حمض أميني، أو تحويل حمض أميني إلى حمض كيتوني داخل الأنسجة.

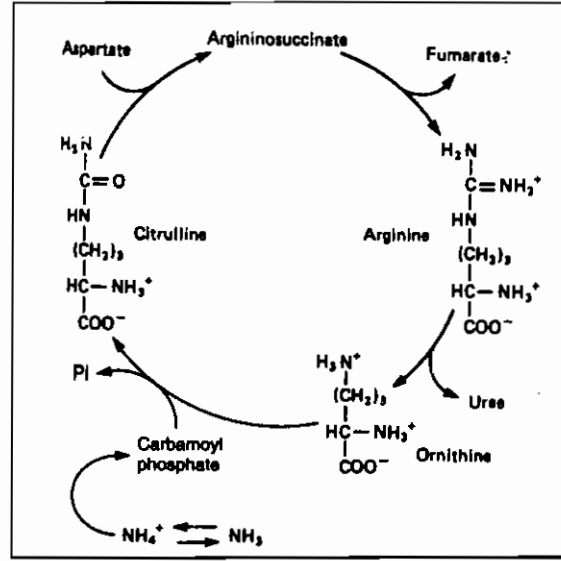


آلانين + كيتوجلوتاريت → بيروفات + جلوتامات



### Amino acid metabolism





Urea cycle

وتتحول الأمونيا الناتجة من عملية إزالة مجموعة الأمين الى بولينا تخرج مع البول .  
ومن ناحية أخرى، تتحول الأمونيا إلى كرباميل في الميتوكوندريا، ثم تتحول إلى  
أرنتين ثم سترولين الذي يتحول إلى أرجنين تنفصل منه البولينا، ويعاد تكوين الارنتين  
مرة أخرى .

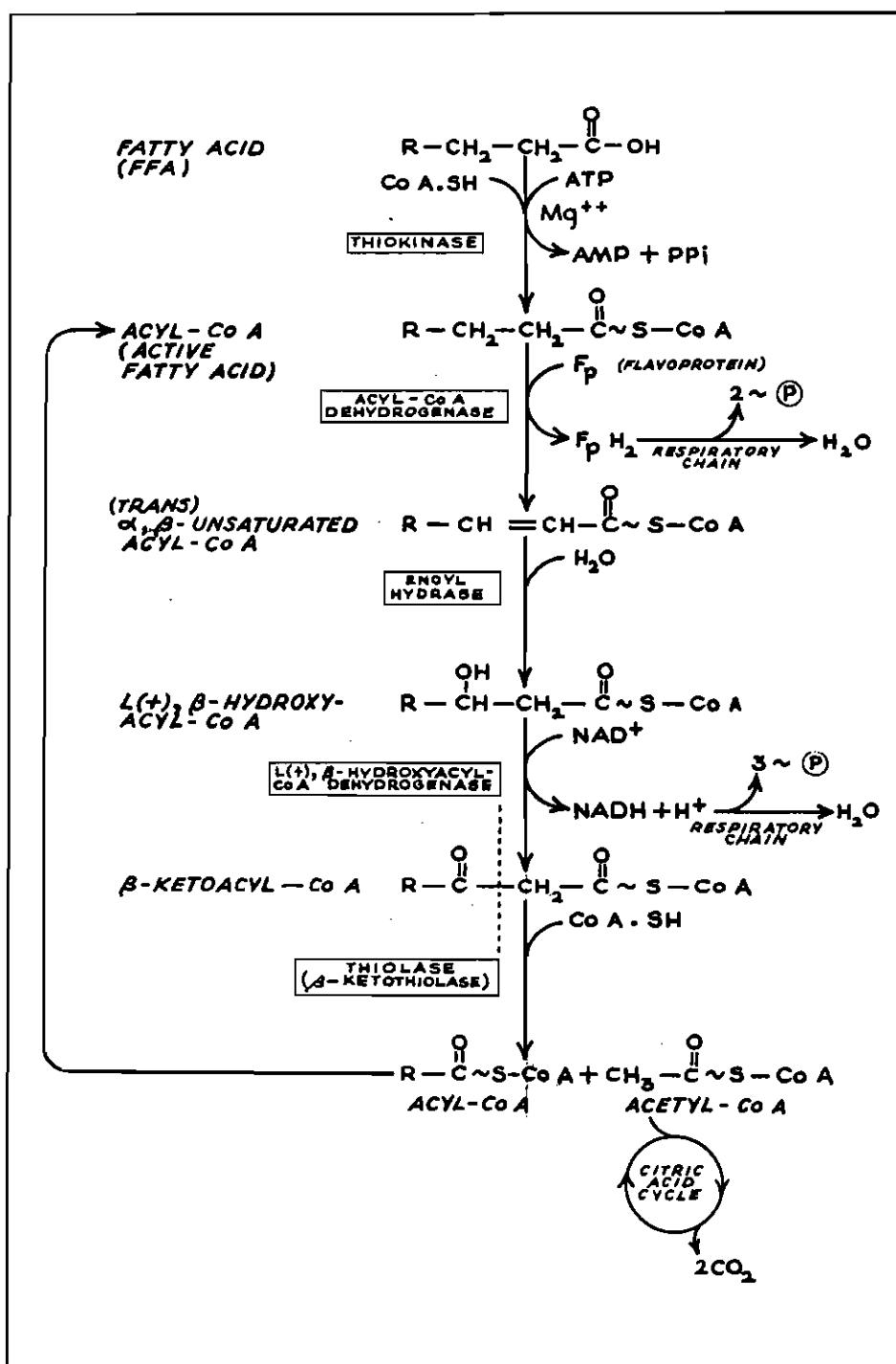
أما حمض البوليك، فإنه يتكون نتيجة تكسير البيورين أو يتكون من الجلوتامين .

### ثالثاً : أيض الدهون Fat metabolism :

من المركبات المهمة للدهون : الأحماض الدهنية والدهون المتعادلة ( ثلاثية  
الجليسرات ) والدهون المفسفرة والسيترول . وتدخل الدهون المفسفرة في تركيب غشاء  
الخلية .

تتكسر الأحماض الدهنية في الجسم، وتتحول الى أسيتل مرافق الإنزيم أ، الذي  
يدخل بدوره الى دورة كريس . وتحدث عملية التكسير في الميتوكوندريا عن طريق  
الأكسدة البائية B-oxidation .

وعملية الأكسدة عبارة عن خطوات متتالية لإزالة ذرتين كربون من الأحماض  
الدهنية، والطاقة المتولدة نتيجة لذلك كبيرة .



β - Oxidation of fatty acids

### الأجسام الكيتونية:

فى كثير من الأنسجة تتكشف جزيئات استيل مرافق الإنزيم أ وتكون اسيتواستيل مرافق الإنزيم أ. وهذه المركبات الكيتونية (B-Kito acid) تتحول إلى أسيتون واسيتواسيتات وهيدروكس بيوترات، وهذه تسمى أجساماً كيتونية. وهذه الأجسام الكيتونية يحدث لها أيض بصعوبة فى الكبد؛ ولذلك فإنها تمر الى الجهاز الدورى. وتقوم بعض الأنسجة (غير الكبد) بنقل مجموعة مرافق الإنزيم أ من السكسينيل مرافق الإنزيم أ إلى الاسيتواسيتات، والتي تتحول إلى ثانى أكسيد الكربون وماء عن طريق دورة كريس. وتعتبر الأجسام الكيتونية مصدراً للطاقة فى بعض الاحوال، ويخرج الأسيتون مع البول وفى هواء الزفير. ويعتبر مستوى الأجسام الكيتونية فى الجسم منخفضاً ( ١ مللجرام / لتر)، ويخرج حوالى ١ مللجرام فى ٢٤ ساعة.

والأجسام الكيتونية المتكونة يحدث لها أيض بسرعة، ولكن إذا قل دخول الاستيل مرافق الإنزيم أ الى دورة كريس بسبب قلة كمية الجلوكوز، فيحدث تجمع للاستيل مرافق الانزيم أ، وتتكون كمية كبيرة من الاسيتواسيتات فى الكبد وتحدث أكسدة سريعة لها وكميتها تزيد فى الدم.

وللحيوان والإنسان المقدرة على تخزين كميات غير محدودة من الدهون، وعند حاجة الجسم الى الدهون تتحول الى فوسفات الدهون، وهى تختلف عن الدهون فى قابليتها للذوبان فى الماء، فتحمل بواسطة الدم الى أجزاء الجسم المختلفة، وخصوصاً إلى الكبد.

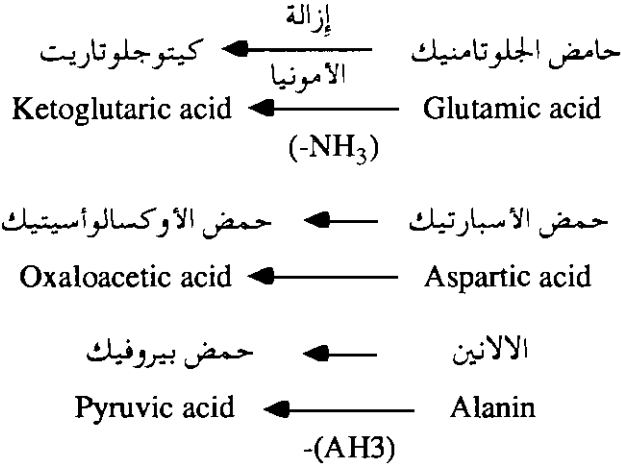
وتحلل الدهون فى الكبد إلى جلسرين وأحماض دهنية، والجلسرين المتكون يتحول الى فوسفات الجلسرين، وهى تشابه فوسفات الجلسرين، التى تتكون فى التحلل اللاهوائى للكربوهيدرات؛ فمن الممكن أن تتحول إلى حامض البيروفيك، الذى يتأكسد بدوره إلى ثانى أكسيد الكربون وماء.



### طاحونة الأيض الغذائي Metabolic Mill :

من المعلوم أن دورة كريس Krebs cycle أو الدورة الهوائية من أهم دورات الهدم، التي تحدث في خلايا الجسم، وذلك لإنتاج الطاقة.

على سبيل المثال: عند هضم البروتين فإنه يتحول إلى أحماض أمينية تستخدم لتكوين أنسجة الجسم وبناء البروتين الذي تحتاجه الخلية، والزائد عن الحاجة تحدث له عملية إزالة لمجموعة الأمونيا ( $\text{NH}_3$ )



وعند هضم المواد الدهنية فإنها تتحول إلى أحماض دهنية، تتأكسد بواسطة التأكسد البائي B-oxidation لتعطي مجموعة أستيل مرافق الإنزيم 1 Actyl Co - A، تنفصل عن السلسلة الطويلة من الأحماض الدهنية وتدخل دورة كريس.

وعند هضم المواد الكربوهيدراتية فإنها تتحول إلى جلوكوز، الذي يتحول بدوره إلى حمض بيروفيك Pyruvic acid، الذي يدخل دورة كريس؛ ليعطي طاقة، والزيادة من الكربوهيدرات تتحول وتخزن على هيئة جليكوجين، الذي يتحول إلى أحماض دهنية.

## الطاقة وانقباض العضلات

من المعروف أن انقباض العضلات يحتاج الى طاقة، والعضلات هي المكان الذي تتحول فيه الطاقة الكيميائية الى طاقة ميكانيكية. ومصدر الطاقة هو المركبات الفوسفورية التي تنتج نتيجة لأيض المواد الكربوهيدراتية والدهون. ويحدث تميؤ ثلاثي أدينوسين الفوسفات ليعطى طاقة.

يتكون ثلاثي أدينوسين الفوسفات من ثنائي أدينوسين الفوسفات، عن طريق اضافة مجموعة فوسفات، والطاقة اللازمة للبناء تستمد من تكسير الجلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون وماء. ويوجد في العضلات مركب آخر، يعطى طاقة، ولكن لوقت قصير هو فوسفوكرياتين (phosphocreatine)، والذي يتحول الى كرياتين ومجموعة فوسفات وتنتج طاقة. وفي أوقات الراحة، فإن بعض الأدينوسين ثلاثي فوسفات الموجودة في الميتوكوندريا تعطى مجموعة الفوسفات الخاصة بها الى الكرياتين، فينتج فوسفوكرياتين. وأثناء النشاط (التمارين) يحدث تميؤ لهذا المركب في الفجوة بين الأكتين والميوسين، ويتكون ATP ثلاثي أدينوسين الفوسفات من ثنائي أدينوسين الفوسفات ADP، ويحدث انقباض للعضلات يسمح له ان يستمر.

### ١ - الكربوهيدرات والدهون:

أثناء الراحة وأثناء التمارين الخفيفة تستهلك العضلات الدهون في صورة أحماض دهنية حرة كمصدر للطاقة. وبزيادة كثافة التمارين لا تستطيع الدهون أن تمدّها بالطاقة اللازمة؛ ولهذا تلجأ العضلات إلى استهلاك الكربوهيدرات كمصدر للطاقة (كوقود).

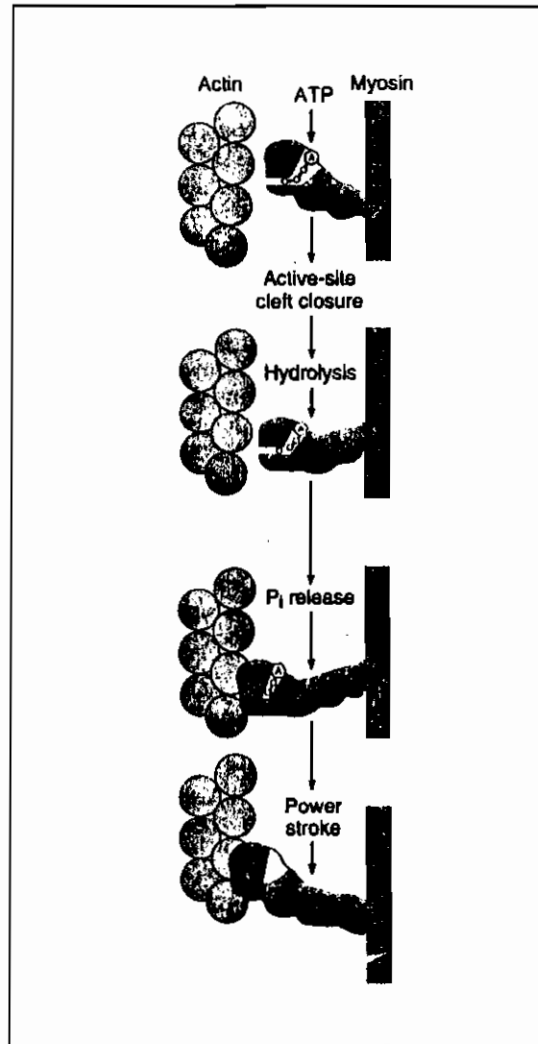
أثناء التمارين.. فإن مصدر الطاقة اللازمة لتكوين فوسفوكرياتين والأدينوسين ثلاثي الفوسفات يكون ناتجاً من تكسير الجلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون والماء. ويحدث تكسير للجلوكوز، عن طريق مروره بعدة عمليات كيميائية داخل الخلايا ويتكون البيروفات. ومن ناحية أخرى يعتبر الحليكوجين المخزن في الكبد والعضلات مصدراً آخر

للطاقة، وعند وجود الأكسجين بكمية كافية.. فإن البيروفات يدخل دورة كريس، ويتحول إلى ثاني أكسيد الكربون والماء، وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة في صورة ATP. وإذا وجد الأكسجين بكمية قليلة، فإن البيروفات لا يمر إلى دورة كريس، وتحدث له عملية اختزال؛ فيتحول إلى لاکتات (lactate) وهذه العملية اللاهوائية مرتبطة بانطلاق كمية قليلة من الطاقة في المركبات الفوسفورية.

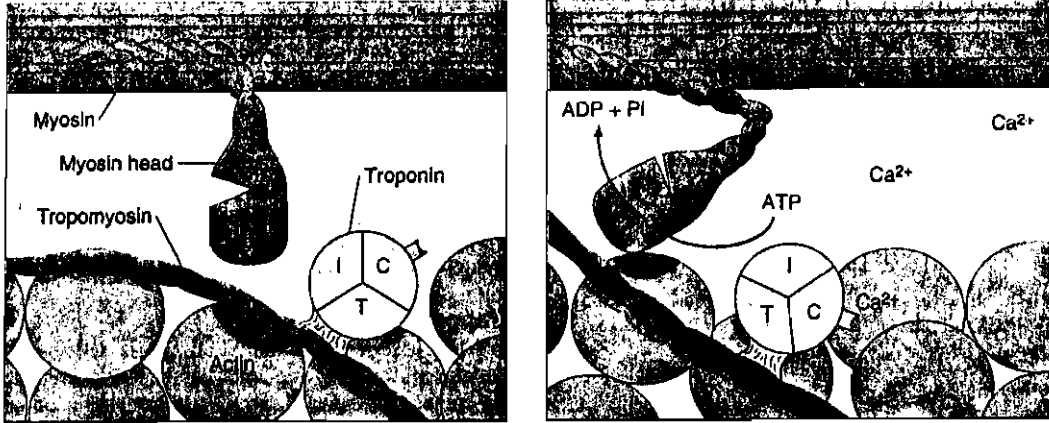
وقد ثبت أنه أثناء التمرينات العضلية، يحدث تمدد للأوعية الدموية الموجودة في العضلات فتتمدها بكمية وفيرة من الأكسجين، ويتناسب استهلاك كمية الأكسجين مع الطاقة المستنفذة وهذه العملية هوائية. وعندما تكون التمارين الرياضية عنيفة فإن تكوين الطاقة بالطريقة الهوائية لا يناسب استهلاك الطاقة. وفي هذه الأحوال، فإن الفوسفوكرياتين يستخدم في تكوين الطاقة (ATP)، ويقف تكوين ATP باستخدام الطاقة المنطلقة بالعملية اللاهوائية في تكسير الجلوكوز إلى لاکتات. ويمر اللاكتات إلى الدم ويتجمع في العضلات، ويسبب إجهاداً عضلياً. وبعد مرور وقت من الإجهاد، يستهلك كمية من الأكسجين لإزالة اللاكتات وإعادة تكوين ATP والفوسفوكرياتين مرة أخرى.

## ٢ - التيبس (Rigor) :

تنتج هذه الحالة نتيجة النقص التام في ATP والفوسفوكرياتين داخل ألياف العضلات؛ فتنتج حالة من التصلب نتيجة لارتباط الميوسين بالآكتين بقوة.



Diagrammatic representation of the proposed mechanism by which myosin heads produce sliding of actin on myosin. The ATP-binding site in the head is an open cleft. When ATP is bound and hydrolyzed, the cleft closes, distorting the head, and the head binds firmly to actin. The head then overcomes the distortion, creating the power stroke that moves actin on myosin (Modified from Rayment 1 et al: Structure of the actin myosin complex and its implications for muscle contraction. Science 1993; 261 : 58).



**Initiation of muscle contraction by  $Ca^{2+}$**  When  $Ca^{2+}$  binds to troponin C, tropomyosin is displaced laterally, exposing the binding site for myosin on actin (striped area). Hydrolysis of ATP then changes the conformation of the myosin head and fosters its binding to the exposed site, For simplicity, only one of the 2 heads of the myosin-II molecule is shown..

### الأيض الغذائي وتكوين الطاقة

#### Transformation of Energy and Total Metabolism

إن قوة الأيض الغذائي ومواصفات المادة التي حدث لها تأكسد في الأعضاء يمكن أن تقدر عن طريق كمية الأكسجين المستهلكة والمادة الخارجة من الجسم نتيجة التكسير أو الهدم (breakdown).

ومثال ذلك : فإن كمية البروتين التي يحدث لها تكسير، تعرف عن طريق كمية النيتروجين الموجودة في البول .

وكمية الكربوهيدرات والدهون التي تتأكسد تقاس عن طريق كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلقة وكمية الأكسجين المأخوذة في الوقت نفسه .

ولتأخذ في الاعتبار أن ثاني أكسيد الكربون لا ينتج فقط من تأكسد الدهون

والكربوهيدرات، ولكن أيضاً من البروتين وتقدر كمية البروتين التي حدث لها تكسير في الأعضاء في ٢٤ ساعة عن طريق كمية النيتروجين المفقودة، وبتقدير كمية الكربون الموجودة فيها (يحتوى البروتين على حوالى ٥٢٪ كربون)، وتطرح كمية الكربون الموجودة في البروتين من كمية الكربون الموجودة في البول. ومن السهل أن نقدر كمية كربون البروتين الذى تحول إلى ثانى أكسيد الكربون وكمية الأكسجين التي استخدمت في العملية.

وبطرح كمية الأكسجين في أكسدة البروتين من كمية الأكسجين المستخدمة في العملية كلها، يمكن أن نقدر كمية الأكسجين المستخدمة لأكسدة الدهون والكربوهيدرات في الأعضاء. وهذه تعتمد على أن أكسدة ١ جرام من الكربوهيدرات و ١ جرام من الدهون تستخدم كمية مختلفة من الأكسجين، وتنطلق كمية مختلفة من ثانى أكسيد الكربون.

مثال :

نفرض أن فرداً استهلك حوالى ٦٧٢,٨ لتر من الأكسجين في ٢٤ ساعة، وفقد حوالى ٦٢٨,٣ لتر من ثانى أكسيد الكربون في الهواء، ١٣,١ جرام من النيتروجين، و ٧,٦٨ جرام من الكربون في البول خلال وقت التجربة.

١ جرام من النيتروجين يحتوى على ٦,٢٥ جرام من البروتين.

إذاً :  $١٣,١ \times ٦,٢٥ = ٨١,٨$  جرام من البروتين، حدث لها عملية تكسير.

كمية البروتين التي تحتوى على الكربون =  $\frac{٥٢ \times ٨١,٨}{١٠٠} = ٤٢,٥١١$  جرام من الكربون.

وبطرح كمية الكربون التي حدث لها إخراج في البول من كمية البروتين التي حدث لها تكسير، نحصل على كمية البروتين التي استخدمت لتنتج ثانى أكسيد الكربون  $٤٢,٥ - ٧,٦٨ = ٣٤,٨٢$  جرام.

إذاً : كمية الكربون التي تنتج (نسبة الكربون إلى نسبة ثانى أكسيد الكربون)

$$= \frac{34,8 \times 44}{12} = 127,6 \text{ جرام ثاني أكسيد الكربون.}$$

أكسدة 34,8 جرام تحتاج إلى (نسبة وزن الكربون إلى الأكسجين في ثاني أكسيد

$$\text{الكربون}) = \frac{34,8 \times 44}{12} = 90,28 \text{ جرام من الأكسجين.}$$

ولنأخذ في الاعتبار أن 100 جرام من البروتين تحتوي على 3,439 جرام هيدروجين

تحتاج إلى أكسجين من الوسط الخارجى لتعطى ماء.

إذاً : 81,8 جرام من البروتين تحتوي على 2,81 جرام من الهيدروجين، وتحتاج إلى

22,48 جرام من الأكسجين لتعطى ماء.

إذاً 90,28 + 22,48 = 112,76 جرام من الأكسجين يحتاجه البروتين ليتأكسد.

عند درجة حرارة صفر مئوية وضغط جوى 760 مللى متر زئبق، فإن حجم 1 جرام

من ثاني أكسيد الكربون = 0,5087 لتر، وحجم 1 جرام من الأكسجين = 0,699 لتر.

وحجم الأكسجين المستخدم للبروتين = 112,76 × 0,699 = 77,8 لتر.

وبطرح هذه الكمية من المأخوذة والناجى فى 24 ساعة، نستطيع حساب كمية

الأكسجين المستخدمة لتأكسد الدهون والكربوهيدرات وكمية ثاني أكسيد الكربون

الناجىة.

$$77,8 - 672,28 = 595 \text{ لتراً من الأكسجين}$$

$$628,8 - 64,9 = 563,4 \text{ لتر من ثاني أكسيد الكربون.}$$

وفيما يلى حساب كمية الأكسجين المستهلكة لأكسدة الكربوهيدرات والدهون

وكمية ثاني أكسيد الكربون المتكونة :

كمية الأكسجين المستهلكة لأكسدة الكربوهيدرات تساوى كمية ثاني أكسيد

الكربون المنطلقة.

وأن نسبة ثاني أكسيد الكربون المنطلقة إلى نسبة الأكسجين المستهلكة لأكسدة

الدهون = 0,7 .

فى المعادلة التالية نفترض أن:

س : هى كمية الأكسجين المستهلكة للدهون .

ص : هى كمية ثانى أكسيد الكربون الناتج للدهون .

أ : هى كمية الأكسجين المستهلك للكربوهيدرات تساوى الكمية الناتجة نفسها من ثانى أكسيد الكربون .

إذاً : س = ٠,٧

ص

$$س + أ = ٥٩٥$$

$$ص + أ = ٥٦٣,٤$$

وبحل المعادلة نجد : ٤٨٩,٦ لتر من الأكسجين، تستهلك لتأكسد الكربوهيدرات (أ).

١٠٥,٤ لتر من الأكسجين تستهلك لتأكسد الدهون (س)

وحيث إن تأكسد جرام من الكربوهيدرات يحتاج إلى ٠,٨٣٠ لتر من الأكسجين وتأكسد ١ جرام من الدهون يحتاج إلى ٢,٠٣٠ من الأكسجين.

ومن هنا نستطيع حساب كمية الدهون والكربوهيدرات، التى يحدث لها هدم فى ٢٤ ساعة.

$$٤٨٩,٦ \times ٠,٨٣٠ = ٥٩٠ \text{ جرام من الكربوهيدرات}$$

$$١٠٥,٤ \times ٢,٠٣٠ = ٥١٩ \text{ جرام من الدهون}$$

من ذلك نجد أن عملية الايض الغذائى التى تمت فى ٢٤ ساعة استهلكت ٨١,٨ جرام من البروتين، ٥٩٠ جرام من الكربوهيدرات، ٥١٩ جرام من الدهون .

وبقياس الايض الغذائى، نستطيع أن نقدر كمية الطاقة فى الجسم، وهذه الطاقة على



صورة حرارة تنطلق نتيجة لهذه العملية، وتقاس بالكيلو سعر (Kilocalories).

الحرارة المنطلقة نتيجة تأكسد ١ جرام من البروتين = ٤,١ كيلو سعر.

الحرارة المنطلقة نتيجة تأكسد ١ جرام من الكربوهيدرات = ٤,١ كيلو سعر.

الحرارة المنطلقة نتيجة تأكسد ١ جرام من الدهون = ٩,٣ كيلو سعر.

### إنتاج الحرارة Heat Production :

تنتج عن عمليات التفكك المصحوبة بإنتاج طاقة مثال تحويل الطاقة الكيميائية إلى حركة.

معظم الطاقة الناتجة تتحول إلى حرارة، ٢٠ - ٢٥٪ تتحول إلى طاقة ميكانيكية.. والصورة النهائية هي إنتاج حرارة إلى الوسط الخارجى.

والطاقة الميكانيكية تنطلق خلال انقباض القلب، ومسئولة عن حركة الدم، ومن الممكن أن تتحول إلى حرارة.

ويمكن قياس كمية الطاقة المنطلقة (liberate energy) عن طريق مباشر (direct) أو غير مباشر (indirect)، ويعبر عنها بوحدة الحرارة سعر أو كيلو سعر (Kilocalories).

١ - القياس المباشر (direct calorimetry) عن طريق جهاز يقدر كمية الطاقة المنطلقة من الجسم، وبحساب الأيض الغذائى يمكن حساب الحرارة الناتجة. ويسمى الجهاز Calorimeter chamber.

ب - القياس غير المباشر هو تبادل الغازات (Gas exchange).

إن مصادر الطاقة فى الجسم هى عمليات الأكسدة، والتى يستهلك فيها الأكسجين، وينتج ثانى أكسيد الكربون، وبهذا يمكن حساب الطاقة عن طريق تبادل الغازات، وذلك عن طريق الأكسجين الممتص إلى نسبة ثانى أكسيد الكربون المنطلق، ويستخدم فى هذه التجربة جهاز respiration chamber.

ومن الشائع استخدامه استخدام غطاء mask متصل بحقيبة متصلة بالهواء. ومثبت

بها صمام يستطيع الفرد أن يتنفس ويطرد الهواء فى الحقيقة .  
ويجمع الهواء المنطلق ويقاس حجمه فى الحقيقة بواسطة جهاز للقياس مزود بالحقيقة  
وتقاس نسبة محتواه من الأكسجين إلى ثانى أكسيد الكربون .  
يستخدم الأكسجين الممتص فى أكسدة ١ جرام من البروتين والدهون  
والكربوهيدرات، وتختلف كمية الحرارة المنطلقة باختلاف المادة .  
كمية الأكسجين المستهلكة لأكسدة ١ جرام من الكربوهيدرات = ٠,٨٣٠ لتر من  
الأكسجين، وتنطلق حرارة = ٤,١ كيلو سعر حرارى، وإذا استهلك ١ لتر من الأكسجين  
ينتج حوالى ٥,٠٥ كيلو سعر .  
يستهلك تأكسد ١ جرام من البروتين حوالى ٠,٩٧٠ لتر من الأكسجين، وتنطلق  
حرارة = ٤,١ كيلو سعر، وبالتالي فإن الأكسجين يستخدم لأكسدة البروتين تنتج حرارة  
= ٤,٤٦ كيلو سعر حرارى .  
وإذا استهلك ١ لتر من الأكسجين لأكسدة الدهون، تنتج حرارة = ٤,٧٤ كيلو سعر  
حرارى .

المادة التى تتأكسد فى الجسم	أكسدة ١ جرام		الحرارة المنطلقة عند استهلاك لتر من الأكسجين
	الأكسجين المستهلك	الحرارة المنطلقة	
البروتين	٠,٩٧٠	٤,١	٤,٤٦
الدهون	٢,٠٣٠	٩,٣	٤,٧٤
الكربوهيدرات	٠,٨٣٠	٤,١	٥,٠٥

\*N.B. : K.J. = 4.1843 K. Cal.

## الماء (Water)

للماء أهمية كبيرة في جسم الإنسان والحيوان، وذلك للأسباب الآتية:

- أ - ينقل نواتج الهضم كمحلول مائي إلى الدم.
- ب - ينقل المواد الإخراجية من أنسجة الجسم المختلفة إلى أجهزة الإخراج على صورة محلول مائي.
- ج - السعة الحرارية للماء عالية؛ فهو يمتص كميات كبيرة من الحرارة، دون أن تتغير حرارته لدرجة ضارة بالجسم.
- د - الماء موصل جيد للحرارة بالنسبة للسوائل الأخرى، وهذا يساعد على توزيع الحرارة بالتساوي في أجزاء الجسم المختلفة، هذا بالإضافة إلى عمل الدورة الدموية، التي تساعد أيضاً على توزيع الحرارة بالتساوي في الجسم.
- هـ - الحرارة الكامنة لتبخير الماء عالية، فإذا فقد الجسم كمية قليلة من الماء بالتبخير (كما يحدث في العرق) سحب ذلك امتصاص كمية من حرارة الجسم؛ فالسنتيمتر المكعب من الماء يحتاج لتبخيره إلى ٥٨٠ سعر.
- و يكون الماء حوالي ٩٠٪ من وزن الجسم في حالة الأطفال أو الحيوانات صغيرة السن، كما يكون الماء ٦٠ - ٧٠٪ من وزن الجسم في الإنسان البالغ.
- ويوجد في جسم الرجل متوسط الحجم ٤٧ لتر ماء موزعة في جسمه كالاتي:  
٣٤ لتراً داخل الخلايا - ١٠ لترات خارج الخلايا - ٣ لترات في بلازما الدم.
- هذا... وتتراوح كمية الماء اللازمة لاحتياجات الجسم بين ٦ - ٨ لترات في الشتاء في اليوم، ٨ - ٩ لترات في فصل الصيف، طبقاً للمجهود والعمر والسن ودرجة الحرارة، ويدخل في نطاق ذلك جميع السوائل التي يتناولها الفرد سواء ماء أو عصائر أو مشروبات أو كمية الماء الموجودة في المواد الغذائية أثناء الطهي والحساء، وغيرها من

مصادر الماء الأخرى . وبالتالي . فإن الكمية التي يحتاجها الجسم كماء فقط (potable water) تتراوح بين ١,٥ - ٢ لتر في الشتاء، ٢ - ٢,٥ في الصيف .

- يدخل الجسم في اليوم حوالي ٦ لتر من الماء بيانها كالتالي :

١ لتر مع اللعاب .

١,٥ - ٢ لتر في العصير المعدى .

٠,٧٥ - ١ لتر في العصارة الصفراوية .

٠,٦ لتر في العصارة البنكرياسية .

١ لتر من السوائل الداخلية ( المخاطية ) .

وبالإضافة إلى ٢ لتر ماء شرب في اليوم (drinking water) .

وإذا فقد جسم الإنسان ١٠٪ من مائه، اختلت وظائفه الفسيولوجية . وإذا وصل هذا النقص إلى ٢٠٪ أدى ذلك إلى الموت . ولكي يبقى الإنسان بحالة صحية، لابد أن يدخل الجسم كمية من الماء مساوية لما يفقده، أى إن الجسم لابد أن يبقى في حالة اتزان مائي (water balance) .

ينتج الماء من أكسدة المواد الغذائية بالجسم .

ويخرج الماء من الجسم على صورة :

١ - البول .

٢ - ماء في الزفير .

٣ - ماء في البراز .

٤ - ماء متبخر من الجلد .

هذا . . ويوجد الجسم دائماً في حالة اتزان مائي، وعند زيادة فقد الماء مع عدم تعويضه، يحدث جفاف للجسم، ويلاحظ ذلك في حالات القيء المستمر وبعض الأمراض التي تسبب القيء والإسهال مثل الكوليرا . وفي الحالات الشديدة قد تنتج

حالات الوفاة . وعند قلة فقد الماء من الجسم، كما هو الحال في مرض الكلى ونقص البروتين وضعف القلب . . فإن الماء يتراكم في الجسم ويتجمع في الفراغ البطني؛ ولذلك يلاحظ تورم في بعض المناطق مثل الوجه والساقين ونجد أيضاً أن الإفراط الشديد في تناول الماء يؤدي إلى حالات التسمم المائي، التي تتميز بانخفاض درجة حرارة الجسم والقيء وكثرة البول والارتعاش، ثم يعقبه بعد ذلك إغماء يؤدي إلى الموت.

#### ب - امتصاص الماء وتكوين البول

#### Water absorption and urine formation

يستخلص البول من الدم بعملية ترشيح دقيقة (Ultrafiltration)، تعقبها عملية امتصاص مختارة (Selective reabsorption)، وتقوم الأنابيب الكلوية (النيفرون Nephron) بعملية تكوين البول . ويوجد بكل كلية إنسان حوالي مليون أنبوبة كلوية، وطول الأنبوبة الكلوية حوالي ٥ سم، وللأنبوبة الكلوية طرف مسدود يكون على صورة حوصلة، منبعج جانبها الطرفي إلى الداخل، وتعرف بحويصلة بومان Bowmans capsule، وتؤدي هذه الحويصلة إلى أنبوبة كثيرة الالتواء، تعرف بالأنبوبة الملتوية القريبة (Proximal convoluted tubule)، وهذه تؤدي إلى أنبوبة ضيقة نسبياً ومستقيمة، تعرف بالجزء الهابط من ثنية هنلي (Descending loop of Henli)، يليها جزء ضيق آخر، يسير موازياً للجزء السابق، ويعرف بالجزء الصاعد من ثنية هنلي (Ascending loop of Henli)، وهذه تؤدي إلى أنبوبة كثيرة الالتواء، تعرف بالأنبوبة الملتوية البعيدة (Distal convoluted tubule)، التي تفتح في نهايتها الأنبوبة الجامعة (Collecting tubule)، ويصل لكل حويصلة من حويصلات بومان فرع صغير من الشريان الكلوي، يعرف بالشريان الداخلي (Afferent arteriole)، الذي ينقسم في تجويف الحويصلة إلى شعيرات، يتراوح عددها بين ٥ - ٦ أفرع تكون جدرانها ملاصقة لجدار الحويصلة الداخلي، وتعرف بالجلوميرولاس (glomerulus)، ثم تتجمع هذه الأفرع ثانياً لتكون الشريان الخارجى (efferent arteriole)، الذي سرعان ما يتفرع ثانياً إلى شعيرات دموية كثيرة، تسير ملاصقة للأجزاء الأخرى من الأنبوبة الكلوية، وبذلك يسهل التبادل بين

محتويات السائل، الذى يمر فى أجزاء الأنابيب الكلوية، ومحتويات الدم الذى يمر فى هذه الشعيرات، ثم تتجمع هذه الشعيرات تدريجياً؛ لتكون فى النهاية الوريد الكلوى. وفى عملية البول، تعمل جدران الشعيرات الدموية المكونة للجلوميرولاس وجدار الحويصلة الملاصق لهذه الشعيرات كمرشح (filter)، يسمح بمرور كل محتويات الدم، التى يقل وزنها الجزيئى عن ٦٨٠٠٠ إلى تجويف الأنبوبة الكلوية. ولكنها تحول دون مرور المواد التى وزنها الجزيئى أكبر من ذلك، وباستعمال الميكروسكوب الإلكتروني، اتضح أن هناك ثقوباً قطرها ٠,١ ميكرون يتم عن طريقها عملية الرشح هذه؛ فيمر بذلك من الدم إلى تجويف الأنبوبة الكلوية الماء والمواد الغذائية ( كالجلكوز والاحماض الامينية والأملاح المعدنية )، والمواد الإخراجية كالبولينا (Urea)، وحامض البوليك (Uric acid) والكرياتينين (Creatinine)، فى حين أن الكرات الدموية وبروتينات الدم لا تستطيع المرور لكبر حجمها، وإن كانت هناك أمراض، نشأ عنها تفكك فى الكرات الدموية الحمراء وانطلاق الهيموجلوبين فى الدم. . فإن الهيموجلوبين يمر ضمن المواد المرشحة؛ لان الوزن الجزيئى للهيموجلوبين هو ٦٧٠٠٠.

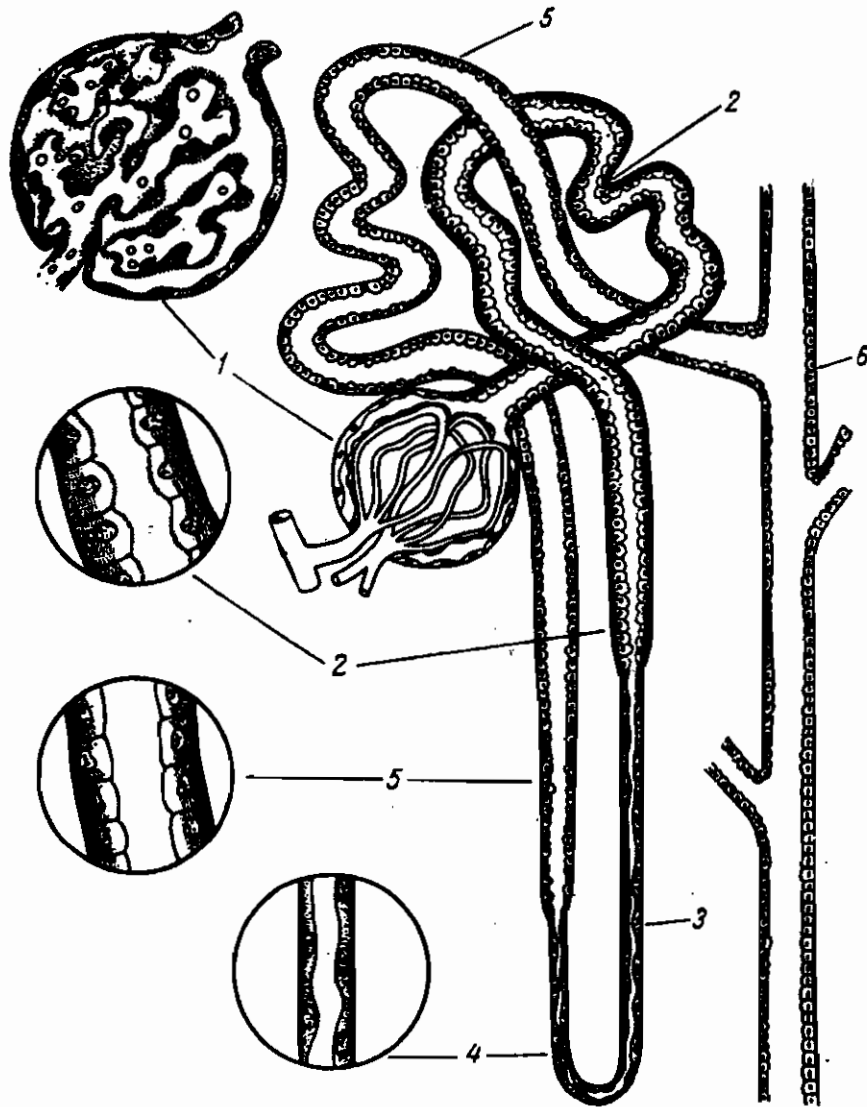


Diagram of the struture of a nephron (after Smith):

1 - glomerulus; 2 - proximal convoluted tubule; 3 - descending limb of Henle's loop; 4 - ascending limb of Henle's loop; 5 - distal convoluted tubule; 6 - collecting tubules. The structure of the epithelium in the different portions of the nephron is shown in the cricles.

تأتى الطاقة اللازمة لعملية الترشيح من ضغط الدم الشريانى فى شعيرات الجلوبيريولاس . وأثناء مرور السائل المرشح فى الأنبوبة الكلوية، تقوم خلايا الأنبوبة الكلوية بعملية امتصاص مختارة (Selective reabsorption) لبعض محتويات هذا السائل حسب حاجة الجسم إليها - فالمواد الغذائية يعاد امتصاصها جميعها، أما إعادة امتصاص الأملاح المعدنية فيختلف كثيراً، ويتوقف ذلك على تركيز هذه الأملاح فى بلازما الدم . أما المواد الإخراجية فجزء صغير جداً منها يعاد امتصاصه . أما عن الماء، ففى الظروف العادية يعاد امتصاص أكثر من ٩٩٪ من الماء، الذى يوجد فى السائل، الذى يرشح داخل الأنبوبة الكلوية فيعاد امتصاص ١٦٨,٥ لتر من ١٧٠ لتراً، التى تمر إلى الأنبوبة الكلوية فى ٢٤ ساعة، ويخرج فقط ١,٥ لتر على صورة بول يومياً - ويحدث امتصاص الماء بواسطة خلايا الأنبوبة الملتوية القريبة والأنبوبة الملتوية البعيدة والأنبوبة الجامعة - ويحدث امتصاص ٨/٧ الماء بالأنبوبة الملتوية القريبة، أما امتصاص الماء فى الأنبوبة الملتوية البعيدة والأنبوبة الجامعة، فينظمه هرمون يعرف، بالهرمون المانع لإدرار البول Antidiuretic hormone، الذى يفرزه الفص الخلفى للغدة النخامية . ويؤدى نقص إفراز هذا الهرمون إلى عدم امتصاص الماء بواسطة الأنبوبة الملتوية البعيدة والأنبوبة الجامعة، مما يؤدى إلى زيادة حجم البول، وقد يصل إلى ٢٢,٥ لتر يومياً، وتعرف هذه الحالة بمرض إدرار البول (diabetes insipidus) . ومن ناحية أخرى، فإن نقص كمية الماء بالجسم تعمل على زيادة إفراز هذا الهرمون؛ فيزيد بذلك امتصاص الماء بواسطة الأنبوبة الملتوية البعيدة والأنبوبة الجامعة، ويؤدى ذلك إلى نقص حجم البول، وقد يصل هذا النقص لدرجة أن يصبح حجمه ٣٠٠ مليلتر يومياً، وهذا هو أقل حجم يمكن أن يصل إليه البول ليستطيع نقل المواد الإخراجية .

يحدث امتصاص كل الجلوكوز بواسطة الأنابيب الكلوية فى الأحوال الطبيعية، ولكن قدرة خلايا الأنابيب الكلوية على امتصاص الجلوكوز وإعادته للدم محدودة، فإن زادت كمية الجلوكوز عن ١٨٠ مليجرام فى كل مائة مليلتر من الدم، تعذر على خلايا الأنبوبة الكلوية امتصاص الجلوكوز كله، ويبقى جزء منه يخرج فى البول؛ ففى مرض السكر عند عدم علاج المريض تزيد كمية الجلوكوز فى الدم كثيراً، ولذلك يظهر فى البول .



كما يتم امتصاص كل بيكربونات الصوديوم بواسطة خلايا الأنبوبة الكلوية.

ويتناول الإنسان عادة كميات أكثر من حاجة جسمه من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)؛ ولذلك يوجد هذا الملح عادة في البول، وتتراوح كميته بين ١٠ - ١٥ جرام يومياً، ويفقد الإنسان كلوريد الصوديوم أيضاً في العرق، وإذا نقص هذا الملح في الجسم عن المعدل الطبيعي.. فإن إعادة امتصاص هذا الملح تكون كاملة، ولا يخرج منه شيء في البول. وفي الأحوال الطبيعية، تمتص خلايا الأنبوبة الملتوية القريبة كلوريد الصوديوم، ويمتص الباقي بخلايا ثنية هنلى والأنبوبة الملتوية البعيدة، وينظم هذا الامتصاص الأخير هرمون الالدوستيرون Aldosterone، التي تفرزه قشرة غدة فوق الكلية، أما أيون البوتاسيوم فيعاد امتصاصه بخلايا الأنبوبة الملتوية القريبة.

وأهم المواد الإخراجية في بول الإنسان، هي: البولينا وحامض البوليك والكرياتينين.

ويخرج الجسم حوالي ٣٠ جرام بولينا يومياً، وتتكون البولينا في الكبد من الأمونيا، التي تنتج من عملية إزالة الأمونيا deamination للأحماض الأمينية الزائدة بالجسم، وتتوقف الكمية التي يخرجها الجسم من البولينا يومياً على كمية ما يتناوله الإنسان من البروتين، وما يحتاج إليه من الأحماض الأمينية للنمو والإصلاح وتعويض الأنسجة، كما أن أملاح الأمونيا التي يتناولها الإنسان في الطعام تتحول أيضاً إلى بولينا، والمستوى الطبيعي للبولينا في الدم هو ٣٠ مليجرام في كل ١٠٠ مليلتر من الدم. وعندما يتعطل عمل الكلية في الجسم، ترتفع نسبة البولينا في الدم، وتعرف الحالة بتسمم البولينا (Uraenemia).

تتراوح كمية حامض البوليك في الدم من ٢ - ٣ مليجرام في كل ١٥٠ مليلتر من الدم، وقد يصل ما يخرجها الجسم من حامض البوليك ٢ جرام يومياً.

أما الكرياتينين فينتج من كرياتينين العضلات، وتتوقف الكمية التي يخرجها الجسم يومياً على حجم العضلات بالجسم؛ فهي تزيد في الرجال ذوي العضلات المفتولة عنها في النساء والأطفال، بالإضافة إلى ذلك فهناك مركبات البيورين purine والزانتين Xan-thine والهيبوزانتين Hypoxanthine والأدينين adenine وحامض الهيبوريك Hipuric والإنديكان indican، الذي ينشأ من تأثير بكتريا الأمعاء على الاندول indol، يزيد

الإنديكسان كثيراً في البول في حالات انسداد الأمعاء Intestinal obstruction .

بالإضافة إلى المواد الإخراجية التي تتكون بطريقة الترشيح في حوصلة بومان، فهناك مواد تفرزها خلايا الأنابيب الكلوية إلى تجويف الأنابيب، مثال ذلك البنسلين وحمض البارامينوhipuric acid، أما أيون البوتاسيوم فعلى الرغم من أنه يمتص من المسائل المرشح بواسطة خلايا الأنبوبة الملتوية القريبة، إلا أنه يفرز ثانياً من خلايا الأنبوبة الملتوية البعيدة إلى تجويف الأنبوبة الكلوية، وخلايا الأنابيب الكلوية القدرة كذلك على إفراز أيون الأيدروجين وأيونات الأيدروكسيد؛ وبذلك فهي تستطيع أن تغير درجة التركيز الأيدروجيني (pH) للمسائل البولية من ٧,٤، وهي درجة تركيز الأيدروجين في الدم إلى درجة تتراوح بين ٤,٥، وهذا مدى تغير درجة التركيز الأيدروجيني للبول.

#### طريقة تكوين البولينا:

ن يد + ك أ + ادينوسين ثلاثي الفوسفات → فوسفات الكرياميل

فوسفات الكرياميل + ارنيتين → سترولين

سترولين + اسبرتات + ادينوسين ثلاثي الفوسفات →

أرجينينوسكسينات

أرجينينوسكسينات → فيوميرات + أرجنين

أرجنينين → أرنيتين + بولينا

#### طريقة تكوين حامض البوليك:

٣ ن يد + ك أ + جليسين + فورمات + ريبوز فوسفات →

(من الجلوتامين)

حامض الأينوسنيك → أينوسين → هيپوزانثين → زانثين → حامض بولييك

## الموصلات العصبية Neurotransmitters

ثبت من الدراسات التى أجريت أن الغذاء له علاقة وثيقة بتكوين الموصلات العصبية ونشاطها فما هى الموصلات العصبية؟

فى عام ١٩٥٨ وضع العالم الكس Elkes قواعد لاي مادة تلعب دوراً فى التوصيل العصبى فى الجهاز العصبى المركزى؛ أى لابد أن تنطبق عليها بعض الشروط لكي تكون من الموصلات العصبية، وهذه الشروط هى:

أ - لابد من وجود هذه المادة داخل الجهاز العصبى المركزى، وأن تختلف فى تركيبها تبعاً للحالة الوظيفية لها.

ب - لابد من وجود إنزيم خاص بتكوينها وتكسيرها فى المناطق التى توجد بها.

ج - الإنزيمات التى تثبط من عمل هذه الموصلات من الممكن تعيينها، إما عن طريق عملها أو عن طرق كيميائية.

د - عند إعطاء هذه المواد عن طريق الحقن مثلاً، فلا بد أن تعطى تأثيراً مشابهاً لوظيفتها داخل الجهاز العصبى.

هذا... وقام العلماء باكتشاف حوالى ٣٠ - ٤٠ مادة، تعمل فى المخ كموصلات عصبية أو ناقلة للومضة العصبية، وتنقسم إلى:

### ١ - الأحماض الأمينية Amino acids:

يحتوى الجهاز العصبى على بعض الاحماض الامينية مثل الجلوتامات (Glutamate)، وحمض جاما أمينو بيوتريك (GABA)، والجليسين (Glycine)، والآلانين (Alanine)، والاسبارتات (Aspartate)، وهذه المواد لها خاصية الموصلات العصبية؛ بمعنى أن لها المقدرة على توصيل الإشارات العصبية، وتنقسم إلى مهيّطات Inhibitory، ومنشطات Excitatory، فمثلاً الجابا (GABA) والجليسين والآلانين تعمل كمهيّطات للجهاز العصبى المركزى، وتساعد على زيادة مرور الكلور فى العضلات، وتوجد الجابا

(GABA) في مناطق المخ والحبل الشوكي وتتركز في القشرة المخية وقرين آمون والانتفاخ الشمي. ويوجد الجليسين في الحبل الشوكي. هذا وتوجد الجلوتامات والأسبارتات بكمية كبيرة في المخ، وتعمل كمنشطات للجهاز العصبي المركزي. ومما يستحق الذكر أن هذه المواد تعتبر المكونات الأولية للبروتينات.

#### ٢ - الببتيدات Peptides :

وتشمل الاندورفين Endorphine والكوليسيستوكينين Cholsistochinine

#### ٣ - الاستيل كولين Acetyl choline :

يحتوي الجهاز الباراسمبثاوي على الاستيل كولين، ويوجد عند اتصال الخلية العصبية المنشطة، ويزيد من نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم.

#### ٤ - أحادييات الأمين أو الكاتيكول أمين Monoamines or Catecholamine :

وهذه المجموعة تشمل الدوبامين Dopamine، والنورابينفرين Norepinephrine، والابينفرين Epinephrine، والسيروتونين Serotonine.

وهذه الموصلات العصبية تتكون داخل الخلية العصبية من المواد الأولية لها، والتي يجب أن تؤخذ مع الغذاء.

وهناك عوامل عديدة تتوقف على قدرة الخلية العصبية لتكوين الموصلات العصبية من الوجبة الغذائية، منها :

- ١ - إن المادة الأولية أو الأساسية اللازمة لتكوينها لا تتكون في المخ.
- ب - يختلف محتوى البلازما منها باختلاف المحتوى الغذائي لها.
- ج - يتناسب معدل وصول المادة الأولية إلى المخ مع معدل تركيزها في البلازما.
- د - يكون الإنزيم الخاص بتحويل المادة الأولية إلى موصلات عصبية غير متشبع Unsaturated؛ بمعنى أنه إذا وجدت المادة الأولية.. فإنه يستطيع أن يسرع من عملية تحويلها.

هـ - لا يتأثر الإنزيم الذي يتحكم في تكوين الموصلات العصبية بتكوينها؛ أي لا يقل في نشاطه إذا ما تكونت المادة العصبية Feedback mechanism.

وسوف نقوم بدراسة العلاقة بين الغذاء وبعض هذه الموصلات العصبية.

#### ١ - الاستيل كولين Acetyl choline :

يتكون الاستيل كولين من الكولين وأستيل مرافق الإنزيم (١) حيث يدخل الكولين إلى المخ عن طريق الجهاز الناقل Transport system، الذي يسمح له بالمرور من حاجز المخ (Blood brain barrier) إلى الخلية العصبية؛ حيث يوجد الإنزيم الناقل للكولين Choline transferase، الذي يساعد على نقل أيون الأسيتات من الاستيل مرافق الإنزيم (١) إلى جزيء الكولين، وينتج عن ذلك جزيء الاستيل كولين ومرافق الإنزيم (١).



والكولين الضروري لتكوين الاستيل كولين يأتي من مصدرين: كولين يصنع في الكبد، وكولين يأتي من الوجبة الغذائية، وهو يوجد في الدهون المفسفرة (الليسيثين)، وأهم مصادره البيض والأسماك والكبد والقمح. والليسيثين الذي يوجد في الطعام يمتص من الطبقة المخاطية للأمعاء؛ حيث يحدث له تميؤ (Hydrolysis) ليعطى كولين.

ومن هنا تعمل الوجبة التي تحتوي على كولين أو ليسيثين على زيادة الكولين في البلازما؛ وحيث إنه من السهل أن يعبر حاجز المخ، وبالتالي تزداد نسبته داخل المخ. فإن ذلك يؤدي إلى زيادة تكوين الاستيل كولين في الخلية العصبية. وعند وصول الومضة العصبية إلى ما قبل التشابك العصبي Presynaptic يزيد من نفاذية الغشاء الخلوي لأيونات الكالسيوم؛ ونتيجة لهذا التيار من أيونات الكالسيوم، ينتشر الاستيل كولين في الفجوة العصبية إلى ما بعد التشابك العصبي Postsynaptic؛ فيزيد من نفاذية الغشاء لأيونات الصوديوم، كما عرفنا سابقاً.

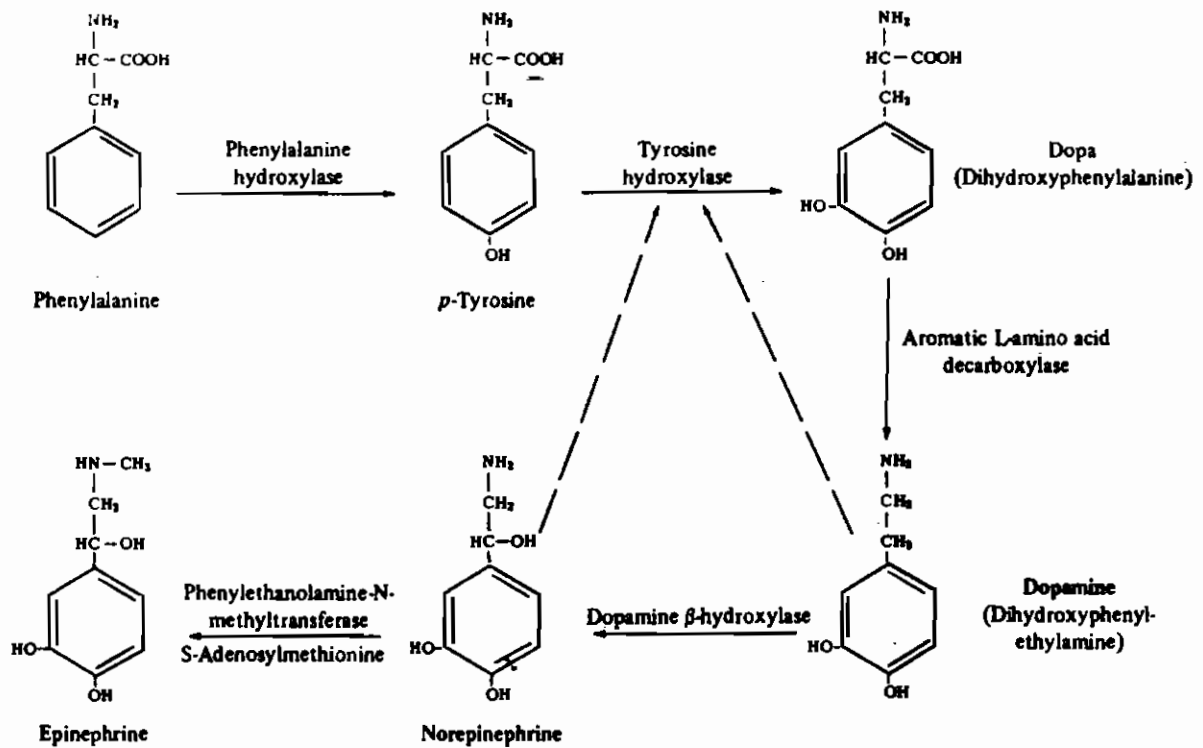
ولإعادة الغشاء العصبي إلى وضعه، يزال الاستيل كولين عن طريق تكسيره بواسطة إنزيم خاص به، والمعروف باسم الاستيل كولين استيريز Acetylcholine esterase، وبعض

منه يؤخذ عن طريق ما قبل التشابك العصبى reuptake .

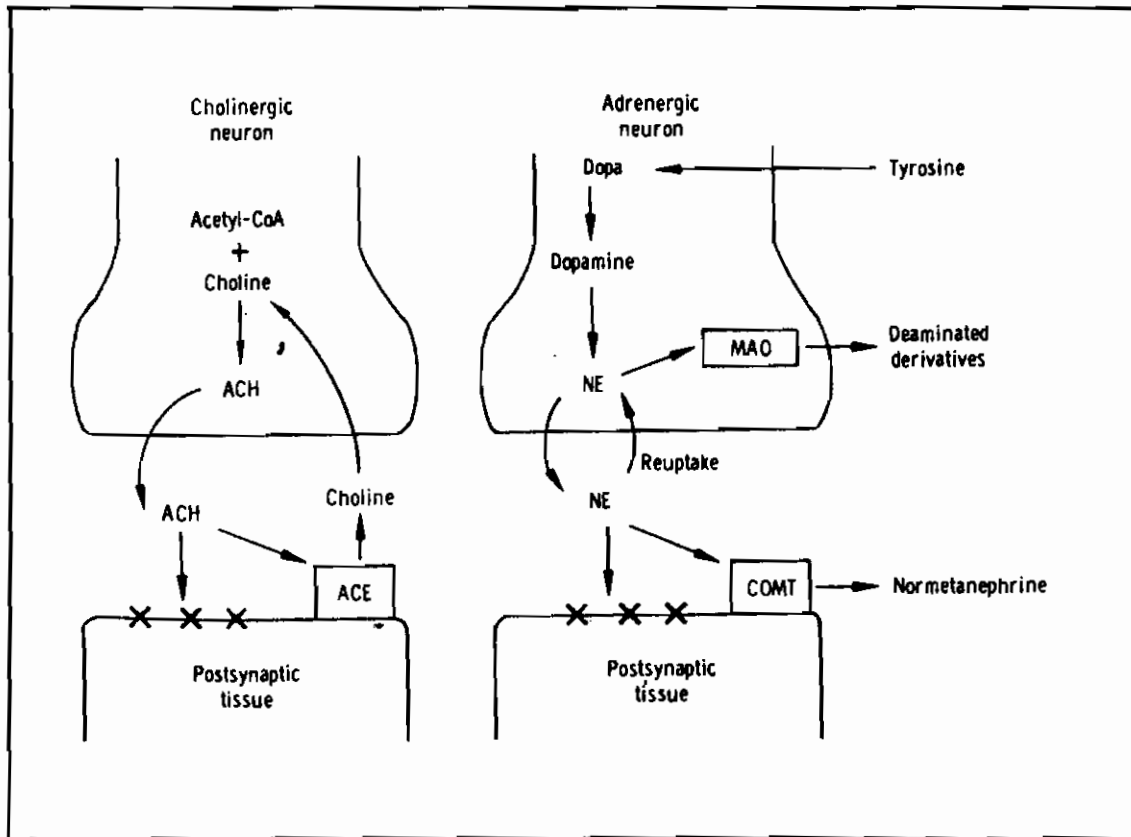
ومن هنا نجد أن الوجبة التى تزيد من الاستيل كولين من السهل أن تعالج بعض الامراض العصبية المرتبطة بنقصه فى المخ . وهناك بعض العقاقير التى تعطى لعلاج هذه الحالة، ولكن مدى تأثيرها يعتبر قصيراً، ومن الممكن أن تعطى بعض الآثار الجانبية مثل القىء والدوخة وتبلد فى العقل . ولكن إعطاء الكولين فى الوجبة الغذائية يعطى مفعول طويل المدى، مع قليل من الآثار الجانبية .

## ٢ - الكاتيكول أمين Catecholamine :

يتكون الدوبامين والنورابينفرين والابينفرين فى المخ وفى نهايات الاعصاب ونخاع الغدة الكظرية، وتبدأ عملية التكوين بالحمض الامينى التيروسين (Tyrosine)، ويأتى من الوجبة الغذائية المحتوية على البروتينات، ويتحول التيروسين بإضافة مجموعة الهيدروكسيل OH (أيد) إلى الدوبا عن طريق التيروسين هيدروكسيلاز Tyrosine hydroxylase، ثم تحدث إزالة مجموعة الكربوكسيل من الدوبا لتتحول إلى دوبامين، ثم إضافة مجموعة الهيدروكسيل؛ ليتحول الدوبامين إلى النورابينفرين، الذى يتحول بدوره إلى ابينفرين بإضافة مجموعة الميثيل .

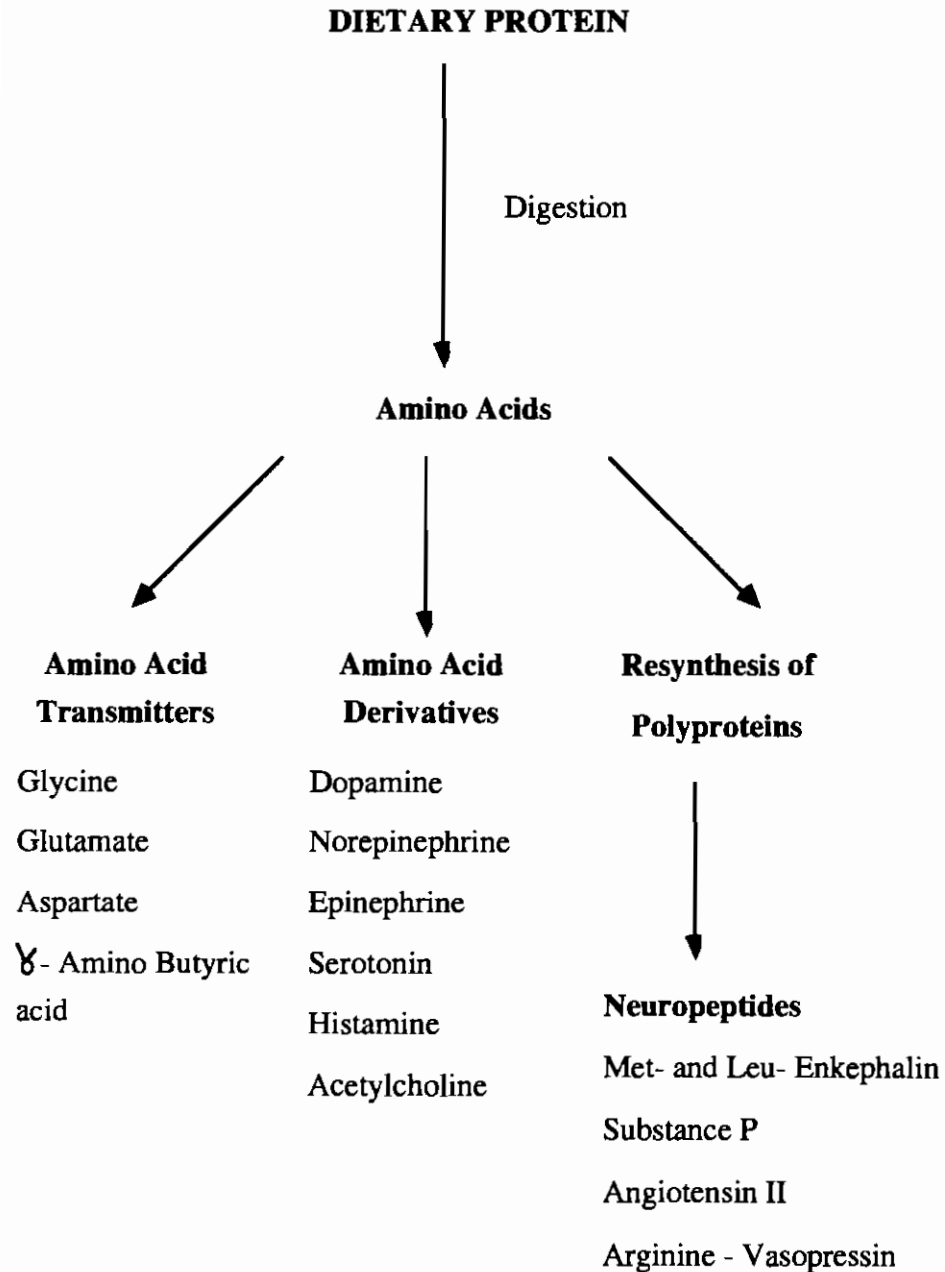


### Biosynthesis of catecholamines



Comparison of the biochemical events at cholinergic with those at adrenergic endings. ACH, acetylcholine; ACE, acetylcholinesterase; NE, norepinephrine; X, receptor. Note that monoamine oxidase (MAO) is intracellular, so that some norepinephrine is being constantly deaminated in adrenergic endings. Catechol-O-methyltransferase (COMT) acts on norepinephrine after it is secreted.





Dietary protein as a precursor of neurotransmitters.

ويتم تكسير أحاديات الأمين عن طريق إنزيم مؤكسد لأحاديات الأمين Monoamine oxidase، وإنزيم ناقل لمجموعة الميثيل Catechol- O- methyltransferase

### الغذاء والدوبامين والنورابينفرين والجابا DA, NE and GABA

تلعب هذه المواد دوراً مهماً في التغذية. وقد أدى حقن حيوانات التجارب بمادة النورابينفرين إلى زيادة التغذية. وقد وجد أن نهايات الأعصاب التي تحتوي على النورابينفرين توجد في ساق المخ، والجزء المتوسط، والجزء البعيد من المخ، وفي هذه المنطقة توجد مناطق المهاد، وتحت المهاد البصري؛ حيث تلعب دوراً مهماً في تنظيم التغذية. وتنظم هذه العملية عن طريق مستقبلات خاصة، وهذه المستقبلات تزيد من الحصول على الكربوهيدرات والدهون والبروتين، وكما يمنع نقص كمية النورابينفرين الإفراط من تناول الطعام.

كما أن نقص الدوبامين يكون مرتبطاً بفقدان الشهية، ويؤدي تنشيط مستقبلات الدوبامين إلى زيادة التغذية، وتساعد كذلك الجابا أيضاً في عملية التغذية.

ونتيجة للدراسات في هذا المجال فإن جميع الأدوية التي تعالج السمنة (الزيادة في الوزن) عن طريق فقدان الشهية يكون عن طريق تأثيرها على الجهاز العصبي المركزي. ومنطقة تحت المهاد البصري في المخ هي المسئولة عن تنظيم الشهية، وأي ضرر يصيب الجزء الأوسط منها يؤدي إلى التهام الطعام والوزن الزائد، وأي ضرر يصيب الجزء الجانبي منها يؤدي إلى فقدان الشهية للطعام ونقص في الوزن.

### ٣ - السيروتونين Serotonin :

إن الخطوة الأولى في تكوين السيروتونين هو الحصول على الحمض الأميني تريبتوفين (Tryptophane). ويدخل التريبتوفين المخ داخل الخلية العصبية؛ فيتحول إلى ٥ - هيدروكسي تريبتوفين بإضافة الهيدروكسيل، ثم يتحول هذا المركب إلى السيروتونين عن طريق إزالة مجموعة الكربوكسيل.

إزالة	إضافة
تربتوفين ← هيدروكس تربتوفين ← سيروتونين	تربتوفين ← هيدروكس تربتوفين ← سيروتونين
(Coo)	OH

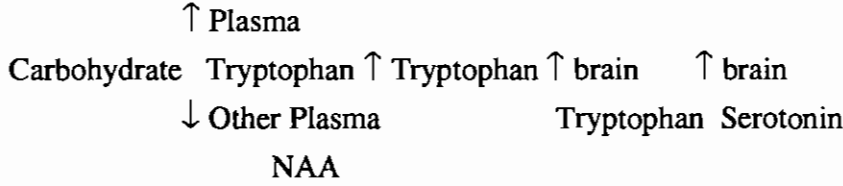
وقد وجد أن محتوى المخ من التربتوفين وتكوين السيروتونين يتناسب مع محتوى البلازما من التربتوفين. ومن ذلك نجد أن ارتفاع نسبة التربتوفين في البلازما يؤدي إلى ارتفاع نسبته في المخ، وبالتالي يزيد من تكوين السيروتونين. ومن هنا نجد أن إعطاء وجبة تحتوي على نسبة عالية من البروتين تحتوي على تربتوفين تؤدي إلى ارتفاع نسبة المخ من السيروتونين.

وعلى العكس من ذلك.. فقد وجد في فئران التجارب أن إعطاء وجبة بها نسبة عالية من البروتين للفئران الصائمة، تؤدي إلى انخفاض السيروتونين في المخ، وذلك لوجود التربتوفين بنسبة ضئيلة بالنسبة لباقي الأحماض الأمينية المتعادلة (LNAA). ولتفسير ذلك، فإن التربتوفين يتنافس مع الأحماض الأمينية الأخرى NAA ليعبر حاجز المخ. ولذلك.. فإن تناول وجبة غذائية عالية القيمة من البروتين يؤدي إلى زيادة محتوى البلازما من الأحماض الأمينية الأخرى عن محتواها من التربتوفين، وهذا يؤدي إلى انخفاض محتوى التربتوفين الذي يدخل إلى المخ؛ وبالتالي يؤدي إلى انخفاض تكوين السيروتونين.

↑ Plasma Tryptophan					
	Brain		Brain		
Protein ↑ Other Plasma ↓ Tryptophan ↓ Tryptophan ↓ Serotonin					
NAA					

ومن دراسات مستفيضة في هذا المجال، وجد أنه على العكس من ذلك، فإن الوجبة الغذائية المحتوية على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات، تزيد من نسبة التربتوفين. ففي حالة الفئران الصائمة بعد إعطائها وجبة من الكربوهيدرات، فإن هذه الوجبة تؤدي إلى زيادة إفراز الأنسولين، وبالتالي فإن الأنسولين يقلل من محتوى البلازما من الأحماض الأمينية الأخرى بواسطة إدخالها إلى العضلات، ما عدا التربتوفين، الذي يظل في

البلازما . ونتيجة لهذا التغير الذى يحدثه الأنسولين، فإن محتوى البلازما من التريبتوفين يزيد عن محتواها من الأحماض الأمينية الأخرى، وبالتالي تزيد نسبة السيروتونين فى المخ



ومن المهم القول بأن الوجبة الصغيرة التى تحتوى على نسبة عالية من البروتين مثل الكازين تستطيع أن توقف تأثير الكربوهيدرات على محتوى المخ من التريبتوفين. وبالتالي .. فإن الوجبة الغذائية المحتوية على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات تزيد من نسبة التريبتوفين فى المخ، كما أنها تعتمد أيضاً على وجود عناصر أخرى فى الغذاء.

#### السيروتونين والسلوك:

وجد أن السيروتونين يلعب دوراً مهماً فى النوم والاستيقاظ، وتناول الغذاء، والعدوانية والسلوك الجنسى، وبذلك فإن السيروتونين يرتبط بالحالة النفسية، وأن الوجبة التى تحدث تغيراً فى محتوى السيروتونين تستطيع أن تغير من السلوك. ولتفسير ذلك فإن الدراسات التى أجريت على حيوانات التجارب، أوضحت أن السيروتونين يلعب دوراً مهماً فى النوم، وبالتالي فإن انخفاض نسبته داخل المخ يؤدي إلى الأرق، وزيادة كميته داخل المخ تؤدي إلى النعاس أو التخدير، على سبيل المثال فإن تدمير الخلايا العصبية التى تقع فى منطقة تحت المهاد البصرى (الهيبوثلامس)، والتى تحتوى على نسبة عالية من السيروتونين تؤدي إلى تقليل النوم أو انخفاض معدل النوم الطبيعى، وعلى العكس فإن زيادة التريبتوفين، وبالتالي السيروتونين تؤدي إلى زيادة النوم.

وأيضاً وجد أن زيادة التريبتوفين فى الإنسان تؤدي إلى زيادة فى النوم، ويستخدم كعلاج للأرق وأن الجرعة الصغيرة منه تزيد من زمن النوم، وتقلل من حالات الاستيقاظ أثناء النوم فى الإنسان الناضج، وتطيل فترة النوم فى الاطفال حديثى الولادة.

وبما أن الوجبة الغذائية التى تحتوى على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات تزيد من

نسبة السيروتونين فى المخ . . فإن إعطاء وجبة من الكربوهيدرات يزيد من الشعور بالنوم . ومن هنا نجد أن الإنسان الذى يتغذى على وجبة غذائية بها نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات، يكون أقل نشاطاً من الذى يتغذى على وجبة من البروتين، ونتيجة لذلك فإن النشاط ذهنى يقل بعد تناول وجبة الكربوهيدرات عن وجبة البروتين .

وبعد دراسات واسعة فى هذا المجال، وجد أن الزيادة فى نشاط الخلايا، التى تحتوى على السيروتونين فى الجهاز العصبى المركزى تؤدي إلى النقص فى تناول المواد، التى تحتوى على نسبة عالية من الطاقة، فى الأفراد الذين يعانون من البدانة . وإن إعطاء بعض العقاقير التى تساعد فى هذا المجال يؤدي إلى انخفاض معدل تناول الطعام، ومن الممكن أن تغير من اختيار الأطعمة المختلفة . هذا . . وقد ثبت أن تقديم وجبة من أطعمة مختلفة تحتوى على كمية السعرات الحرارية نفسها من الكربوهيدرات أو البروتين لأفراد مختلفة عن بعضها عولجوا بدواء Fenfluramine، الذى يزيد من نشاط الخلايا المحتوية على السيروتونين يقلل أو يمنع أخذ الوجبة التى تحتوى على الكربوهيدرات . ومن هذا اتضح أنه يمكن علاج البدانة عن طريق زيادة السيروتونين فى الأفراد، الذين يعانون من الرغبة الملحة إلى الكربوهيدرات .

#### السيروتونين والحالة النفسية :

اكتشف منذ ٢٠ عاماً تقريباً أن السيروتونين يلعب دوراً مهماً فى الحالة النفسية . ومن صفات المرضى النفسى عدم الشعور بالسرور، وعدم انتظام النوم والتعب، وعدم المقدرة على التفكير، وعدم انتظام الغذاء والتفكير فى الموت أو الانتحار . واتضح أن التغير فى محتوى السيروتونين مرتبط بعلامات الكآبة والحزن . ومن هنا فإن الأدوية التى تقلل من نشاط الخلايا المحتوية على السيروتونين (Reserpine) مرتبطة بعلامات الكآبة، والأدوية التى تزيد من نشاط هذه الخلايا (Antidepressant) تستطيع أن تعالج الكآبة . ومن الدراسات على حالات الانتحار الناتجة عن الكآبة، وجد أن خلايا المخ والحبل الشوكى تحتوى على نسبة منخفضة من ٥ - هيدروكسى أندول حمض الخليك (5- HIAA)، الذى يعتبر من أهم نواتج تكسير السيروتونين، وهذا دليل على أن الكآبة نتيجة لانخفاض كمية السيروتونين فى المخ .



## الفصل الرابع الفيتامينات والجهاز العصبي





## الفيتامينات والجهاز العصبي

الفيتامينات هي عبارة عن مواد عضوية توجد في الغذاء بكميات صغيرة، وهي ضرورية للنمو وبقاء الجسم في حالة صحية جيدة. وجميع الفيتامينات تقريباً متشابهة؛ لأنها تحتوي على العناصر نفسها من كربون وهيدروجين وأكسجين، وفي بعض الأحيان النتروجين والكوبالت. وهذه العناصر لها ترتيب معين لكل فيتامين، ولذلك تختلف الفيتامينات ويصبح لكل فيتامين وظيفة محددة في الجسم.

وتُكون الفيتامينات حوالي ١٣ مركباً عضوياً ضرورياً لتمثيل المواد الغذائية وتساعد على بقاء الحالة الفسيولوجية للجسم ثابتة.

وقد أُستخدمت كلمة Vitamines منذ عام ١٩٠٠؛ حيث وُجد أن بعض المركبات تحتوي على مجموعة الأمين (Amines) التي تُشفى أمراض البلاجرا والأسقربوط، وكلمة Vita تعني الحياة (Life) ولذلك اشتقت منها كلمة الفيتامين.

وتتميز الفيتامينات بالآتي:

- ١ - يحتاج الجسم إلى كميات صغيرة منها.
- ٢ - تلعب دوراً مهماً في الجسم خلال وقت قصير؛ حيث تعمل كعامل مساعد أو محفز Catalytic؛ لتسهيل باقى العمليات الفسيولوجية الخاصة بالأيض الغذائي.
- ٣ - معظم الفيتامينات توجد في الغذاء بكميات صغيرة، وبعضها ينتج عن طريق البكتريا التي توجد بالأمعاء، وفيتامين D يتكون نتيجة تعرض جلد الإنسان للشمس الهادئة.
- ٤ - الفيتامينات لا تحتوي على سُعات حرارية، ولا تمد الجسم بالطاقة.
- ٥ - بعض الفيتامينات لا توجد في صورتها الفعلية في الغذاء، ولكنها تتحول بفعل العمليات الكيميائية داخل الجسم إلى صورتها النشطة.

## أنواع الفيتامينات :

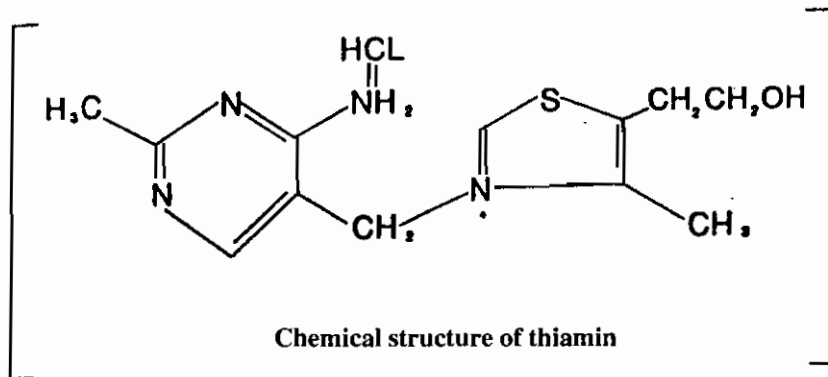
تنقسم الفيتامينات تبعاً لطريقة ذوبانها؛ فبعض منها يذوب فى الدهون Fat sol Vitamines مثل A - D - E - K Water sol Vit . والآخر يذوب فى الماء مثل C - B complex وسوف نستعرض العلاقة بين نقص بعض أنواع هذه الفيتامينات والجهاز العصبى .

### ١ - فيتامين ب١ ( الثيامين ) Thiamine :

يعتبر الثيامين مساعد مرافق إنزيم البيروفوسفات Coenzyme- thiamine- Pyrophosphate .

وهو مهم جداً فى تمثيل المواد الكربوهيدراتية، بالإضافة إلى أهميته فى تكوين وانتشار الموصلات العصبية . ونظراً لأهميته فى هضم الكربوهيدرات وتوليد الطاقة، فلا بد من وجوده بكمية مناسبة مع المواد الكربوهيدراتية فى الوجبة، ويحتاج الجسم منه بين ١:٥:١ مجم فى اليوم، ومن أهم مصادره: البيض - اللحم دون دهن - البندق - الحبوب التى لها قشرة ( مثل القمح والأرز ) والخميرة .

### THIAMIN



ومن أهم علامات نقص هذا الفيتامين هو مرض البرى برى، وهذا المرض ينتشر فى المناطق التى تتغذى على الأرز والقمح الخالى من النخالة، وينقسم البرى برى إلى نوعين: برى برى مائى (Wet beri beri)، وبرى برى جاف (Dry beri beri).

### أولاً: أعراض البرى برى المائى:

تؤدى الإصابة بمرض البرى برى المائى إلى تضخم فى القلب وعدم انتظام ضرباته، وارتفاع فى ضغط الدم، وهذا النوع مرتبط بالنقص الشديد فى الثيامين بالنسبة إلى كمية الكربوهيدرات الكبيرة.

### ثانياً: أعراض البرى برى الجاف:

فى البداية يصاحب النقص منه زيادة فى سرعة النهج وعدم القدرة على التركيز والتعب والكآبة، ومع تقدم المرض تظهر بعض الأعراض لأمراض عصبية مثل إتلاف بعض الوظائف الحسية والحركية؛ وخلاصة لذلك نجد أن نقص فيتامين ب ١ يغير من نشاط بعض الموصلات العصبية، مثل: الإستيل كولين والجلوتامات والجابا والإسبارتات التى تلعب دوراً مهماً فى الجهاز العصبى، وفى أيض الجلوكوز فى المخ.

وقد ثبت من الدراسات الحديثة التى أجريت على حيوانات التجارب أن نقص الثيامين فى الفئران يؤدى إلى عدم المقدرة على التناسق العضلى، والتعب، والشلل، وانخفاض فى درجة الحرارة، وظهور السلوك القتالى بصورة واضحة؛ نتيجة لحالة الاكتئاب الذى ينتج عن نقص السيروتونين. ويؤدى أيضاً نقص الثيامين إلى انخفاض نسبة الجلوتامات والنورابينفرين والسيروتونين والجابا فى القشرة والمخ المتوسط والمهاد البصرى، كما أنه يؤدى إلى إتلاف نهايات الاعصاب المحتوية على السيروتونين.

هذا.. والجدير بالذكر أن فيتامين الريبوفلافين B2 يدخل فى عمليات التمثيل الغذائى وفى تكوين الطاقة كمرافق لبعض الإنزيمات.

### ٢ - النياسين ب Niacin:

يدخل النياسين فى تكوين مساعد الإنزيم، الذى يدخل فى تمثيل الدهون والأحماض الامينية Nicotinamide adenine dinucleotide coenzyme، ومن أهم مصادره اللحم والكبد والحبوب والبقول والفول السوداني، ويُعتبر الحمض الامينى تريبتوفين مصدراً للنياسين؛ فالوجبة التى تحتوى على ٦٠ مجم تريبتوفين ينتج منها حوالى ١ مجم من النياسين.

### أعراض نقص فيتامين ب<sub>٦</sub>:

يؤدى نقص النياسين إلى ظهور مرض البلاجرا، والذي يؤثر على الجلد والقناة الهضمية والجهاز العصبي المركزي. ومن العلامات الأولية لمرض: البلاجرا التعب والصداع ونقص في الوزن وضعف في الصحة العامة، ومع تقدم المرض تحدث قرحة في اللسان والفم والحلق، ويتبعه التهاب في القصبة الهوائية ودوخة وقئ وإسهال شديد. هذا وتصبح مناطق الجلد المعرضة للشمس لونها أحمر مثل اليد والقدم والوجه، وتكون بالجلد انتفاخات بسيطة، تبدو كأنها حرق شمس، ومع عدم العلاج يصبح الجلد خشناً ومشققاً به قشور.

ويؤدى النقص المزمن في النياسين إلى تغيرات في وظائف الجهاز العصبي المركزي. ويتضح تأثير نقصه على الجهاز العصبي الطرفي في الشعور بالضعف والارتعاش، والإصابة بالشلل التشنجي، ومن تأثيره على الجهاز العصبي المركزي سرعة الانفعال والغضب وفقدان النوم والذاكرة مع الشعور بالدوخة. وفي الحالات المتقدمة من المرض، تحدث الهلوسة والاكتئاب الشديد والإحساس بالاضطهاد والإغماء التشنجي، وهذه تشبه حالات الانفصال في الشخصية. ومن الدراسات التي أجريت على الذين أصيبوا بالبلاجرا بعد الموت، وجد أن هناك تحطيماً في خلايا القشرة، وفي مقدم المخ والحبل الشوكي.

### ٣- البيريدوكسين ب<sub>٦</sub> Pyridoxine:

يستخدم البيريدوكسين في ثلاث صور هي: البيريدوكسين، والبيريدوكسال، والبيريدوكسين أمين، Pyridoxine, Pyridoxal, Pyridoxine amine. والصورة النشطة لهذا الفيتامين هو مساعد الإنزيم بيريدوكسال فوسفات، وهذه الصورة تدخل في تمثيل البروتينات عن طريق انتقال مجموعة الأمين من بعض الأحماض الأمينية إلى أخرى، وإزالة الأمونيا من البروتين غير الضروري للنمو واستخدامه كمصدر للطاقة. ومن ناحية أخرى فإن هذا الفيتامين يعتبر ضرورياً لإزالة مجموعة الكربوكسيل من بعض الأحماض الأمينية؛ لتكوين بعض الموصلات العصبية المهمة، مثل: الجابا والسيروتونين والنورابينفرين.

ومن هذا يتضح أهمية البيريدوكسين في تمثيل البروتين، وكذلك لابد من وجوده بنسبة مع البروتين في الوجبة الغذائية، والكمية المطلوبة للرجل حوالى ٢ مجم / يوم، وللأنثى ١,٦ مجم / يوم. ومن المصادر الغنية به: الكبد واللحم الأبيض (الدجاج والسلمك) وجميع الحبوب وفول الصويا وصفار البيض والموز والبطاطس.

ونظراً لأهمية فيتامين ب٦ في تمثيل البروتين.. فإن نقصه يؤدي إلى اختلال في بعض الأحماض الأمينية والبروتين. ومن التجارب التي أجريت على حيوانات التجارب، وجُد أن نقص فيتامين ب٦ يؤدي إلى النقص في محتوى السيروتونين في المخ، وتغيرات في وظائف الجهاز العصبي. وقد وجُد أن الفئران والكلاب التي تعاني من نقص الإنزيم الخاص بتكوين الجابا قد فقدت القدرة على التعلم ويتبع ذلك سرعة التهيج والصعوبة في المشي، ويؤدي نقصه إلى انخفاض كمية النورابينفرين والسيروتونين والجابا؛ وخاصة في منطقة تحت المهاد البصري (Hypothalamus).

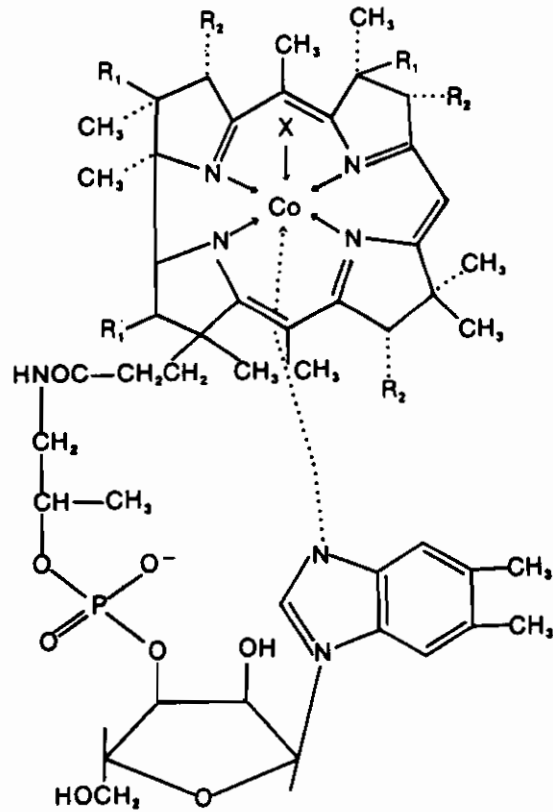
وقد وجُد أن الأطفال أكثر حساسية لنقص هذا الفيتامين؛ إذ تحدث لهم حالة من التشنج والاضطرابات العنيفة والتخلف العقلي. وقد وجُد أيضاً أن بعض العقاقير التي تعالج مرض السل تؤدي إلى نقص فيتامين ب٦، وتنتج عن ذلك أعراض مرضية في الجهاز العصبي المركزي، مثل: الصداع والرعشة والتعاس والاكتئاب وعدم المقدرة على التحكم والتفكير في الانتحار. واستخدام حبوب منع الحمل التي تحتوى على نسبة عالية من الاستروجين يؤدي إلى نقص فيتامين ب٦، مما يؤدي إلى نقص كمية السيروتونين في المخ، مما يؤدي بدوره إلى الاكتئاب. ويُعتقد أن الاكتئاب الناتج من تعاطي هذه الحبوب ناتج عن نقص فيتامين ب٦.

#### ٤- فيتامين ب١٢ سيانو كوبل امين Cyano Cobalamin :

تؤدي الانيميا الخبيثة إلى الموت، وكان سبب ذلك غير معروف، واكتشف أن أكل الكبد يشفى من هذا المرض، ويمنع العلامات العصبية المصاحبة لهذا المرض. ووجد أن فيتامين ب١٢ المحتوى على الكوبالت يعالج هذا المرض. ووجود هذا الفيتامين مرتبط بوجود الكائنات الدقيقة؛ لذا يمكن الحصول على هذا الفيتامين من الغذاء ذى الأصل

الحيواني مثل الكبد والكلى والأسماك، ويستطيع الجسم الاحتفاظ بهذا الفيتامين، ويحدث نقصه في حالات قليلة.

ويدخل فيتامين ب<sub>١٢</sub> في تكوين الحامض النووي DNA، وهو مهم للنمو، ويدخل أيضاً في تمثيل الكربوهيدرات والدهون في تكوين الدم، وفي وظائف الجهاز العصبي المركزي. واكتشف أن نقص فيتامين ب<sub>١٢</sub> يؤدي إلى الانيميا الخبيثة، ومن صفاتها كبر حجم كرات الدم الحمراء والتي تعاكس في مقدرة الهيموجلوبين على حمل الأكسجين، وطول فترة النزيف، وشحوب في اللون، وفقدان الوزن، والتهاب اللسان.



فيتامين ب<sub>١٢</sub> سيانو كوبل أمين

وهناك علامات مرتبطة أيضاً بالجهاز العصبي، مثل: اضمحلال في وظيفة العصب، وفقدان الإحساس، والإحساس بوخزة خاصة في اليدين والقدمين، وإحساس بالحكة «التميل»، وعدم الشعور بالاستقرار، وضعف في العضلات، والشعور بالفرع. ومع تقدم المرض، يشعر المريض بتقلب في المزاج، وبطء في التفكير، وفقدان الذاكرة، واكتئاب وهلوسة، وهذه العلامات من الممكن أن تُعالج بإعطاء هذا الفيتامين مرة أخرى.

#### ٥ - حمض الفوليك Folic acid :

لقد اكتشف حمض الفوليك كعلاج للأنيميا المنجلية عن طريق إعادة تكوين الكرات الدموية الحمراء والهيموجلوبين، ووُجد أنه مهم لإعادة تكوين بعض الأحماض النووية المهمة لإنقسام الخلية وتكاثرها.

وتتوقف الحاجة اليومية منه على حجم الجسم، والزيادة في التمثيل الغذائي، والحمل، واستخدام بعض العقاقير.

ومن أهم مصادره: الكبد وجميع الحبوب والسبانخ والليمون والموز والبرتقال. وقد تؤدي بعض الأمراض بالإضافة إلى تعاطي الكحوليات وبعض العقاقير إلى عدم امتصاص حمض الفوليك في القناة الهضمية ولهذا فهو يُعطى بصورة كبيرة. ويؤدي نقصه إلى الأنيميا بالإضافة إلى التأثير على الجهاز العصبي، مما يؤدي إلى التغيير في السلوك النفسي، والاكتئاب، وسرعة التهيج، وجنون الاضطهاد، ويؤدي أيضاً إلى الضرر بالقناة الهضمية والتهاب باللسان.

وبعد استعراض الأضرار الناتجة عن نقص هذه الفيتامينات.. فإن الزيادة منها لها أيضاً أضرار عديدة؛ فقد كان من المعتقد أن إعطاء الفيتامينات بكمية كبيرة يعالج كثيراً من الأمراض مثل السرطان والتهاب المفاصل وتأخر النمو والشعور بالتعب وجعل الحالة النفسية جيدة.

#### الأضرار الناتجة عن زيادة الفيتامينات :

ولقد وُجد أن الأضرار الناتجة عن زيادة الفيتامينات.. تتلخص فيما يلي:

#### ١ - الفيتامينات التي تذوب في الدهون Fat sol. vit. :

هذه الفيتامينات لا يحدث لها إخراج كُلى من الجسم، وبالتالي تخزن كمية منها فى الجسم وقد تكون ضارة.

#### أ - فيتامين A :

إن علامات السُمية لهذا الفيتامين تعتمد على عمر الفرد وكمية هذا الفيتامين، ومن أعراض سُميّه: الصداع والدوخة وفقدان الشعر وجفاف الجلد والإسهال. ومع الزيادة منه يحدث فقدان للشهية وورم بالمخ وزيادة الضغط الواقع داخل الجمجمة وعند إيقاف أخذ الفيتامين تقل هذه الأعراض.

#### ب - فيتامين D :

تؤدى الزيادة من هذا الفيتامين فى الإنسان اليافع إلى الفشل الكلوى، وغزارة فى البول، وغشيان، وتغيرات فى الأوعية القلبية، وزيادة الكالسيوم فى العظام.

#### ٢ - الفيتامينات التى تذوب فى الماء Water Sol. Vit. :

هذا النوع على العكس من الفيتامينات التى تذوب فى الدهون.. فإن هذه الفيتامينات يحدث لها إخراج سريع، ولذلك تعتبر آمنة، وليست ضارة بالجسم. ولكن ثبت من الدراسات الحديثة أن الجرعة العالية منها تسبب بعض الآثار الجانبية مثل:

- \* حدوث سُمية مباشرة للجسم من زيادتها.

- \* يمكن أن تؤدى الجرعات العالية منها إلى تعود الجسم عليها Dependency وبالتالي عند وقف هذه الجرعات، تظهر أعراض نتيجة نقصها من الجسم Withdrawal symptoms.

- \* من الممكن أن تؤدى إلى إخفاء أعراض بعض الأمراض الموجودة فعلاً فى الجسم.
- \* من الممكن أن تتداخل مع بعض الأدوية أو مع بعض الفيتامينات الأخرى؛ مما يؤدى إلى إبطال مفعولها.

وفيما يلى تأثير بعض الجرعات الزائدة من بعض هذه الفيتامينات :



أ - فيتامين ب<sub>١</sub> :

تسبب الجرعة العالية منه الصداع والتهيج العصبى، وسرعة النبض، وانخفاض فى ضغط الدم، وضعف عام بالجسم.

ب - فيتامين ب<sub>٢</sub> :

تسبب الجرعة العالية منه تورد الوجه؛ لأنه يساعد على انطلاق الهيستامين، وهو يعتبر باسطاً للأوعية الدموية، ويسبب أيضاً زيادة فى العرق وسوء الهضم والغثيان والإسهال، وسرعة ضربات القلب، وحكة بالجلد.

ج - فيتامين ب<sub>٣</sub> :

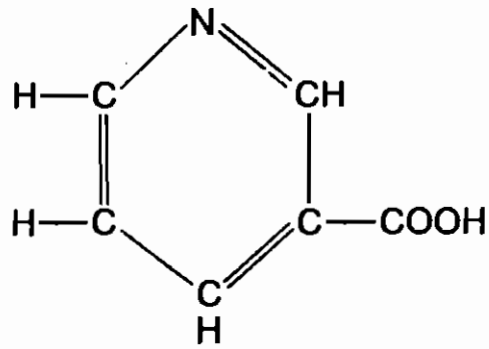
تؤدى الجرعة العالية منه للاكتئاب والانفصال فى الشخصية، وعدم المشى بثبات، وفقدان الحس بالقدم، ثم يليه عدم الشعور باليدين. وفى حيوانات التجارب فإن الجرعة العالية منه تسبب زيادة فى الدوبامين والسيروتونين و O - هيدروكسى اندول حمض الخليك.

د - فيتامين ج :

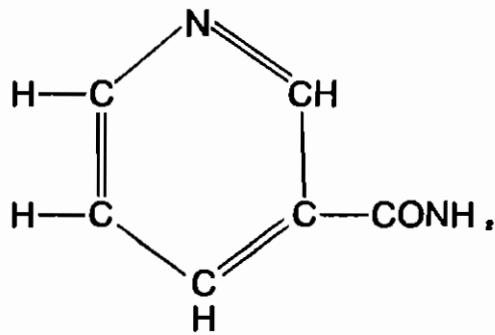
يستخدم هذا الفيتامين فى علاج حالات السرطان والانفصال فى الشخصية، والكميات الكبيرة منه تؤدى إلى الاسهال وتقلص البطن، والزيادة منه تزيد من فرصة تكوين حصوة الكلتيين.

التركيب الكيميائي للفيتامينات المختلفة:

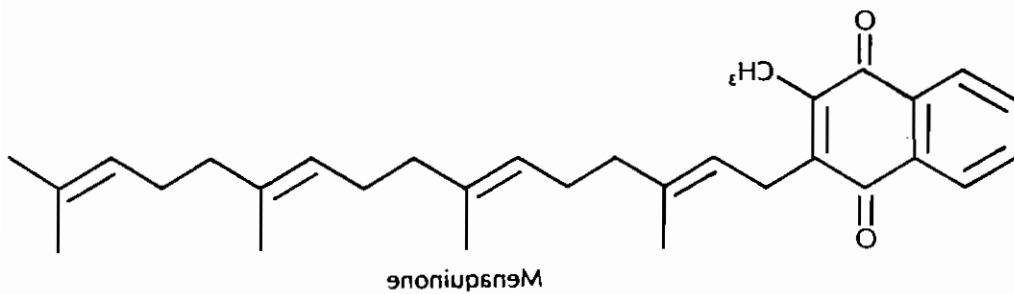
### Nicotinic acid



### Nicotinamide

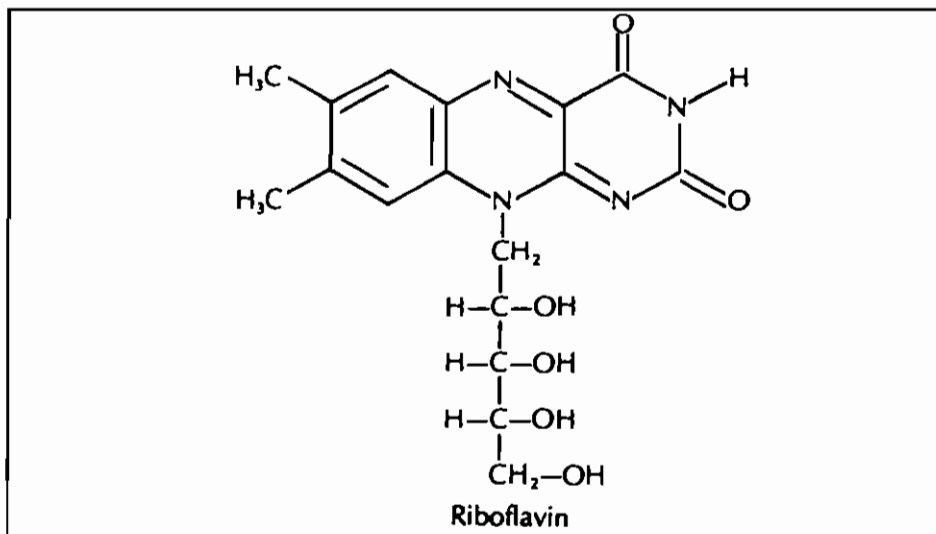
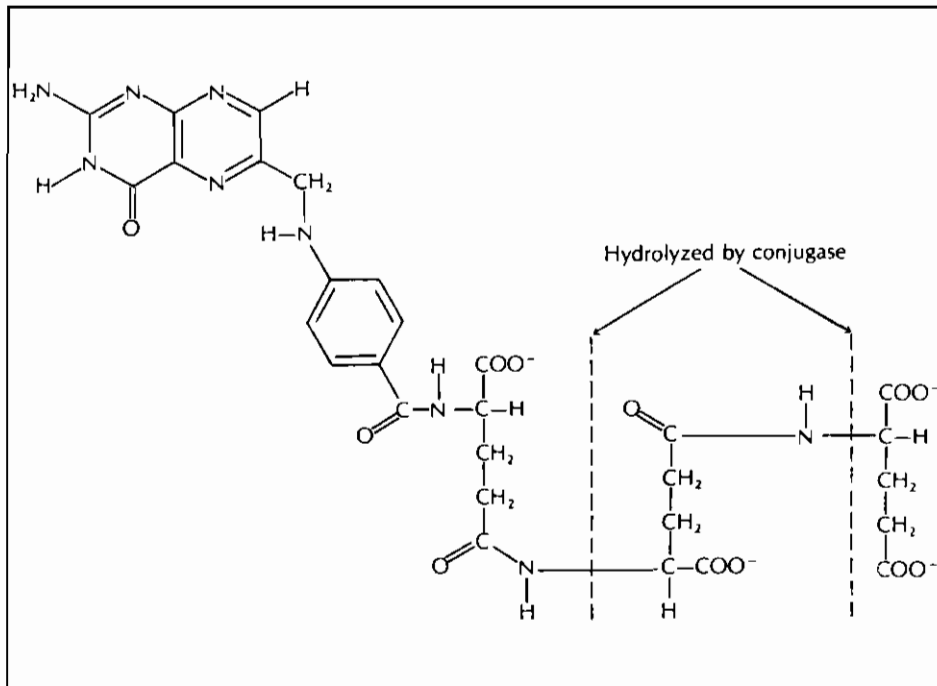


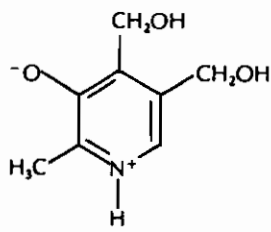
Chemical structure of nicotinic acid (niacin) and nicotinamide.



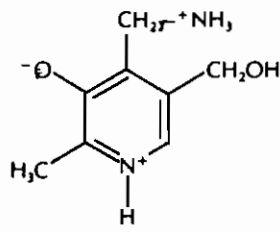
## E. Folic acid (pteroylglutamic acid)

### 1 - Structure

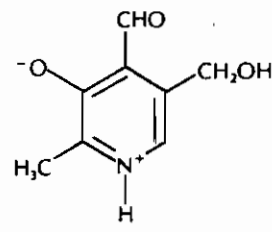




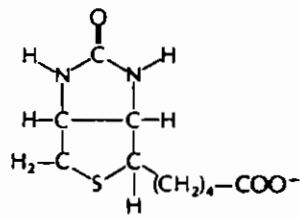
Pyridoxine



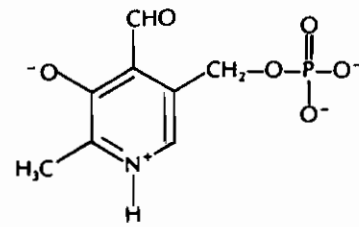
Pyridoxamine



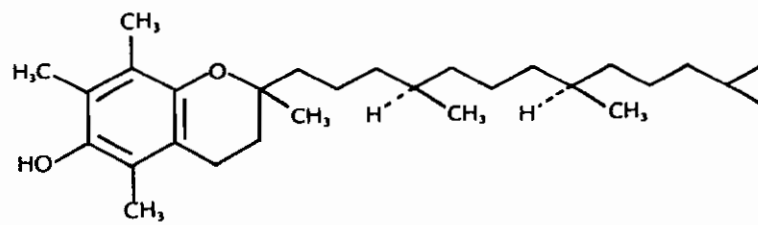
Pyridoxal



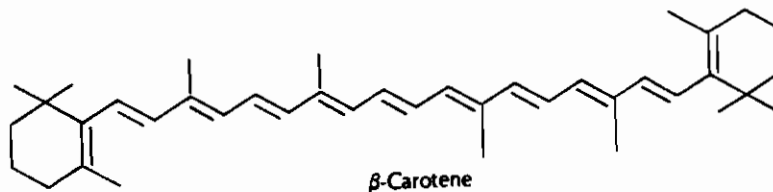
Biotin



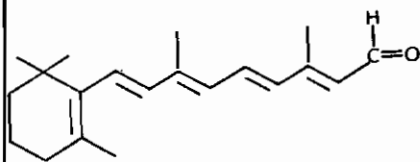
Pyridoxal phosphate  
(cofactor form)



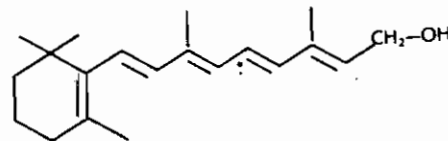
α-Tocopherol



β-Carotene



Retinal



Retinol

الفيتامينات التي تذوب في الدهون Fat sol. Vitamins:

Source المصدر	Function الوظيفة	الجرعة المسموح بها RDA	الفيتامين
الكبد- اللبن- الحبوب- الاجزاء الخضراء من النباتات.	يساعد في نمو الخلايا وجعل الجلد في حالة صحية جيدة- نمو العظام والاسنان- فعالية جهاز المناعة تصبح عالية- الرؤية في الليل والوقاية من مرض السرطان.	٨٠٠ - ١٠٠٠ ميكروجرام	فيتامين أ (A) (Ratinol)
اللبن- الكبد- صفار البيض- زيت كبد الاسماك- اشعة الشمس.	الاحتفاظ بنسبة الكالسيوم ثابتة في الدم والوقاية من مرض السرطان.	٥ - ١٠ ميكرو جرام	فيتامين د (D)
زيت الخضروات- المرجرين- الحبوب- البقوليات- الاوراق الخضراء- البندق.	مانع للأكسدة- أيض الحديد- والاحتفاظ بالخلايا العصبية في صورة جيدة.	٨ - ١٠ مللى جرام	فيتامين هـ (E) (Tocopherols)
الاوراق الخضراء من الخضروات- الكبد والطماطم- مع البيض- الخضروات الزيتية.	يساعد في تجلط الدم.	٦٥ - ٨٠ ميكروجرام	فيتامين ك (k)

الفيتامينات التي تذوب في الماء Water sol. Vitamins :

Source المصدر	Function الوظيفة	الجرعة المسموح بها RDA	الفيتامين
الموالح - الطماطم - البطاطس - الحبوب .	تكوين الكولاجين - التئام الجروح - امتصاص الحديد - تكوين بعض الهرمونات والموصلات العصبية - مانع التأكسد	٦٠ مللى جرام	فيتامين ج (c) (Ascorbic acid)
الكبد - الفول - الفول السوداني - الحبوب .	مساعدة لبعض الإنزيمات التي تدخل في الأيض الغذائي - يدخل في وظيفة الجهاز العصبي - يساعد على النمو .	١,٥ - ١,١ مللى جرام	الثيامين (ب ١) (Thiamin)
الحليب ومنتجاته - اللحم - البيض - الحبوب - القمح .	مساعدة إنزيمات تدخل في عملية الأيض وتكوين الطاقة - بقاء الجلد في صحة جيدة الرؤية الطبيعية .	١,٧ - ١,٣ مللى جرام	الريبوفلافين (Riboflavin)
اللحم - الأسماك - الدجاج - الحبوب - البيض - اللبن .	مساعدة إنزيم يدخل في الأيض الغذائي - بقاء الجلد في صحة جيدة - يساعد في وظيفة القناة الهضمية والجهاز العصبي .	٢٠ - ١٥ مللى جرام	النياسين
اللحم - السمك - الدجاج - الحبوب - الموز - السبانخ .	مساعدة إنزيم يدخل في أيض الكربوهيدرات والدهون والبروتين - يدخل في تكوين كرات الدم البيضاء والحمراء - تكوين الموصلات العصبية .	٢ - ١,٥ مللى جرام	فيتامين ب ٦ (pyridoxine)
أوراق الخضروات - الخضراء - اللحم - البقوليات - صير البرنقال .	تكوين الحامض النووي (DNA) - تكوين الخلايا الجديدة .	٢٠٠ - ١٨٠ ميكروجرام	حمض الفوليك
الغذاء ذو الأصل الحيواني، مثل: اللحم - الأسماك - البيض .	يدخل في وظيفة الجهاز العصبي	٢ ميكرو جرام	فيتامين ب ١٢ (cobalamin)

## الخواص العامة لبعض الفيتامينات التي تذوب في الماء

الفيتامين	ثبات الحال Stability	أعراض النقص Deficiency Symp	اختبار النقص Test of Deficiency
الثيامين ب١	ثابت في المحلول الحمضي - يتكسر بسهولة بالحرارة في المحلول المتعادل أو القلوي	فقدان الشهية - البري بري - إمساك - هبوط في القلب	لاكتات الدم وتركيز البيروفات Blood lactate and pyruvate conc. تركيزات كرات الدم الحمراء - ثيامين - بيروفوسفات - blood-cell thiamine - pyrophosphate conc.
الريبوفلافين ب٢	يتحلل بالأشعة تحت البنفسجية وبالمحلول القلوي ويقاوم درجة الحرارة في المحلول الحمضي .	خشونة بالفم والتهاب به احمرار مزرق باللسان - التهاب جلد الوجه - عدم التحكم في وظيفة العين .	الإخراج البولي لفيتامين Urinary B <sub>2</sub> Excretion. ب ٢
النياسين ب٣	ثابت في درجات الحرارة والضوء	البلاجرا - إسهال - أعراض خاصة بالجهاز العصبي	محتوى البول من الميثيل نيكوتين أميد والبيريدون . Urinary methyl nico- tinamide and pyri- don Excretion..

الجهاز العصبي

الفيتامين	ثبات الحال Stability	اعراض النقص Deficiency Symp	اختبار النقص Test of Deficiency
البيريدوكسين ب٦	يحدث له فقد جزئي بالطهي- يتأثر بالأشعة البنفسجية والأكسدة.	أنيميا وآثار جانبية على الجهاز العصبي المركزي، وفي الأطفال يحدث تشنج وتغير في رسم المخ.	اختبار التريبتوفان Tryptophan loading test. تركيز البلازما من فوسفات البيريدوكسال plasma phosphate conc.
فيتامين ج (Ascorbic acid)	يتكسر بدرجة الحرارة والمؤكسدات والقلويات	مرض الاسقربوط وإدماء بالثة- عدم التئام الجروح- أنيميا.	محتوى البلازما من حمض الاسكوربيك Plasma ascorbic acid conc. تركيز حمض الاسكوربيك في كرات الدم البيضاء white cell ascorbic acid conc.



## الآثار السامة لبعض الفيتامينات في الجرعات العالية

الفيتامين	الجرعة المسموح بها RDA	الجرعة السامة Toxic dose	الآثار السامة Toxic effect
فيتامين أ (A)	٨٠٠ - ١٠٠٠ ميكروجرام	١٥,٠٠٠ - ١٠٠,٠٠٠ ميكروجرام	الصداع - التعب - دوخة - غشيان - فقدان الشعر - فقد الشهية للطعام - استسقاء بالمخ.
فيتامين د (D)	١٠ ميكروجرام	١٢٥ ميكروجرام	غشيان - إدرار بول - فشل كلوى - تكلس العظام.
فيتامين هـ (E)	٨ - ١٠ مللى جرام	٣٠٠ - ٦٠٠ مللى جرام	غشيان - إسهال - تعب فى العضلات - صداع - ضعف فى الرؤية
الثيامين	١,١ - ١,٥ مللى جرام	غير معروفة	صداع - أرق - انخفاض فى ضغط الدم - ضعف عام.
النياسين	١٥ - ٢٠ مللى جرام	١٠٠ - ١٠,٠٠٠ مللى جرام	تورّد فى الوجه - انخفاض فى ضغط الدم ومشاكل بالجهاز الهضمى - وتسمم بالكبد.
البيريدوكسين	١,٥ - ٢ مللى جرام	٢٠٠ مللى جرام	تعب فى الجهاز العصبى الطرفى - فقدان الإحساس.
فيتامين ج	٦٠ مللى جرام	٢٠٠٠ - ٤٠٠٠ مللى جرام	تعب فى الأحشاء العامة - زيادة فى حصوات الكلى.

ESTIMATED SAFE AND ADEQUATE DAILY DIETARY INTAKES  
OF ADDITIONAL SELECTED VITAMINS AND MINERALS

Age (years)	VITAMINS			TRACE ELEMENTS						ELECTROLYTES		
	Vitamin K (µg)	Biotin (µg)	Pantothenic Acid (mg)	Copper (mg)	Manganese (mg)	Fluoride (mg)	Chromium (mg)	Selenium (mg)	Molybdenum (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Chloride (mg)
Infants 0-0.5	12	35	2	0.5-0.7	0.5-0.7	0.1-0.5	0.01-0.04	0.01-0.04	0.03-0.06	115-350	350-925	275-700
0.5-1	10-20	50	3	0.7-1.0	0.7-1.0	0.2-1.0	0.02-0.06	0.02-0.06	0.04-0.08	250-750	425-1275	400-1200
Children 1-3	15-30	65	3	1.0-1.5	1.0-1.5	0.5-1.5	0.02-0.08	0.02-0.08	0.05-0.1	325-975	550-1650	500-1500
4-6	20-40	85	3-4	1.5-2.0	1.5-2.0	1.0-2.5	0.03-0.12	0.03-0.12	0.06-0.15	450-1350	775-2350	700-2100
7-10	30-60	120	4-5	2.0-2.5	2.0-3.0	1.5-2.5	0.05-0.2	0.05-0.2	0.1-0.3	600-1800	1000-3000	925-2775
Adolescents 11+	50-100	100-200	4-7	2.0-3.0	2.5-5.0	1.5-2.5	0.05-0.2	0.05-0.2	0.15-0.5	900-2700	1525-4575	1400-4200
Adults	70-140	100-200	4-7	2.0-3.0	2.5-5.0	1.5-4.0	0.05-0.2	0.05-0.2	0.15-0.5	1100-3300	1875-5625	1700-5100

\* Because there is less information on which to base an allowance, these are not given in the main table of dietary allowances but are provided here in the form of ranges of recommended intakes. Since the toxic levels for many trace elements may be only several times usual intakes, the upper levels for the trace elements given in this table should not be habitually exceeded. (Modified from Food and Nutrition Board, National Research Council, 1979.)

# RECOMMENDED DAILY DIETARY ALLOWANCES

Age	Weight (kg)	Height (cm)	Energy (kcal)	Protein (g)	FAT-SOLUBLE VITAMINS				WATER-SOLUBLE VITAMINS							MINERALS				
					Vita- min A ( $\mu$ g a.e.) <sup>a</sup>	Vita- min D ( $\mu$ g) <sup>c</sup>	Vita- min E (mg a.t.e.) <sup>d</sup>	Vita- min C (mg)	Thia- mine (mg)	Ribo- flavin (mg)	Nia- cin (mg)	Vita- min B <sub>6</sub> (mg)	Fola- cin <sup>†</sup> ( $\mu$ g)	Vita- min B <sub>12</sub> ( $\mu$ g)	Cal- cium (mg)	Phos- phorus (mg)	Magne- sium (mg)	Iron (mg)	Zinc (mg)	
Infants	0.0-0.5	6	kg $\times$ 115	kg $\times$ 2.2	400	10	3	35	0.3	0.4	6	0.3	30	0.5 <sup>e</sup>	360	240	50	10	3	40
Children	0.5-1.0	9	kg $\times$ 105	kg $\times$ 2.0	400	10	4	35	0.5	0.6	8	0.6	45	1.5	540	360	70	15	5	50
	1-3	13	1300	23	400	10	5	45	0.7	0.8	9	0.9	100	2.0	800	800	150	15	10	70
	4-6	20	1700	30	500	10	6	45	0.9	1.0	11	1.3	200	2.5	800	800	200	10	10	90
Males	7-10	28	2400	34	700	10	7	45	1.2	1.4	16	1.6	300	3.0	800	800	250	10	10	120
	11-14	45	2700	45	1000	10	8	50	1.4	1.6	18	1.8	400	3.0	1200	1200	350	18	15	150
	15-18	66	2800	56	1000	10	10	60	1.5	1.7	18	2.0	400	3.0	1200	1200	400	18	15	150
Females	19-22	70	2900	56	1000	7.5	10	60	1.5	1.7	18	2.2	400	3.0	800	800	350	10	15	150
	23-50	70	2700	56	1000	5	10	60	1.4	1.6	18	2.2	400	3.0	800	800	350	10	15	150
	51+	70	2400	56	1000	5	10	60	1.2	1.4	16	2.2	400	3.0	800	800	350	10	15	150
Pregnant	11-14	46	2200	46	800	10	8	50	1.1	1.3	15	1.8	400	3.0	1200	1200	300	18	15	150
	15-18	55	2100	46	800	10	8	60	1.1	1.3	14	2.0	400	3.0	800	800	300	18	15	150
	19-22	55	1920	44	800	7.5	8	60	1.1	1.3	14	2.0	400	3.0	800	800	300	18	15	150
Lactating	23-50	55	1800	44	800	5	8	60	1.0	1.2	13	2.0	400	3.0	800	800	300	10	15	150
	51+	55	+300	+20	+200	+5	+2	+20	+0.4	+0.3	+2	+0.6	+100	+1.0	+400	+400	+150	+5	+25	+50
			+500	+20	+400	+5	+3	+40	+0.5	+0.5	+5	+0.5	+100	+1.0	+600	+600	+150	+10	+50	+50

<sup>a</sup> The allowances are intended to provide for individual variations among most normal persons as they live in the United States under usual environmental stresses. Diets should be based on a variety of common foods in order to provide other nutrients for which human requirements have been less well defined.

<sup>b</sup> Retinol equivalents. 1 retinol equivalent = 1  $\mu$ g of retinol or 6  $\mu$ g of  $\beta$ -carotene.

<sup>c</sup> As cholecalciferol. 10  $\mu$ g of cholecalciferol = 400 I.U. of vitamin D.

<sup>d</sup>  $\alpha$ -Tocopherol equivalents. 1 mg of  $\alpha$ -tocopherol = 1 a.t.e.

<sup>e</sup> 1 N.E. (niacin equivalent) is equal to 1 mg of niacin or 60 mg of dietary tryptophan.

<sup>f</sup> The folacin allowances refer to dietary sources as determined by *Lactobacillus casei* assay after treatment with enzymes ("conjugases") to make polyglutamylic forms of the vitamin available to the test microorganism.

<sup>g</sup> The RDA for vitamin B<sub>12</sub> in infants is based on the average concentration of the vitamin in human milk. The allowances after weaning are based on energy intake (as recommended by the American Academy of Pediatrics) and consideration of other factors such as intestinal absorption.

<sup>h</sup> The increased requirement during pregnancy cannot be met by the iron content of habitual American diets not by the existing iron stores of many women; therefore, the use of 30 to 60 mg of supplemental iron is recommended. Iron needs during lactation are not substantially different from those of nonpregnant women, but continued supplementation of the mother for 2 to 3 months after parturition is advisable in order to replenish stores depleted by pregnancy.

(Modified from Food and Nutrition Board, National Research Council, 1979)



## الفصل الخامس

### الأملاح المعدنية والجهاز العصبي



## الأملاح المعدنية والجهاز العصبي

### Minerals and Nervous System

يوجد عدد كبير من الأملاح المعدنية في الخلية الحية، حوالي ٢٢ عنصراً تعتبر ضرورية للنمو ومهمة للحياة والتكاثر. وتنقسم هذه العناصر إلى عناصر توجد بكميات كبيرة مثل الكالسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والصوديوم والكلور والمغنسيوم، وعناصر توجد بكميات قليلة نسبياً مثل الحديد واليود والنحاس والزنك والمنجنيز والكوبالت والسيلينيوم.

وتدخل هذه العناصر في تركيب مجموعة كبيرة من الإنزيمات وكذلك يدخل اليود في تركيب هرمون الثيروكسين، ويدخل الكوبالت في تركيب فيتامين ب١٢ ويزيد الحديد من نشاط السيتوكروم. وفي نسيج الجسم يدخل الكالسيوم والفوسفور في تركيب العظام والأسنان. وتعتبر الأملاح المعدنية كعامل مساعد أو محفز في العمليات الحيوية مثل امتصاص المواد الغذائية من القناة الهضمية وانتقالها إلى الخلايا والحفاظ على درجة pH ثابتة في الجسم.

وتلعب الأملاح المعدنية دوراً مهماً جداً في وظيفة الجهاز العصبي؛ حيث يعتمد توصيل السيال العصبي في الخلية العصبية على وجود الصوديوم والبوتاسيوم، وأي تغير في تركيزها في السائل المحيط بالخلية العصبية يستطيع أن يغير من انتقال الومضة العصبية لتنتقل المعلومة من خلية إلى أخرى.

ويتأثر خروج الموصلات العصبية بوجود الكالسيوم، كما يؤدي نقص كميته في الوسط المحيط بمحور الخلية إلى النقص في خروج الموصلات العصبية.

ونجد أن الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ليست لها مشاكل في التغذية السليمة، ولكن نقص الصوديوم يمكن أن يحدث نتيجة لبعض الأمراض الخطيرة مثل السرطان وأمراض الكبد وقرحة القولون والقئ والإسهال الشديد.

## ١ - الكالسيوم Calcium :

ثبت أن نقص الكالسيوم هو نتيجة لسوء التغذية الشديدة وفقدان الشهية للطعام وتعاطي الخمر. ويحدث نقص الكالسيوم أيضاً عند مرضى الفشل الكلوي ومرضى السكر، وبعض الأدوية ترتبط بالكالسيوم وتمنع عملية امتصاصه من القناة الهضمية. ومن العلامات التي ترتبط بنقص الكالسيوم سرعة الانفعال والإحساس بحكة والتأثير على العضلات والتشنج، واضطرابات عصبية تتميز بتشنجات في الوجه والأطراف، ويؤثر كذلك على وظيفة الخلية العصبية والاتصال العصبي بين العضلات والقلب.

## ٢ - الحديد Iron :

يعتبر وجود عنصر الحديد في الخلية مهماً جداً لوظائفها الحيوية مثل نقل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون من نسيج إلى آخر. ويوجد معظم حديد الجسم في الهيموجلوبين ويدخل أيضاً في تركيب بعض الإنزيمات المساعدة، والتي لها أهمية في التمثيل الغذائي وتكوين الحامض النووي DNA وتكوين الموصلات العصبية وتكسيرها.

ويستهلك الفرد حوالي ١ مللي جرام / يوم، وأهم مصادره الكبد والأسماك والبيض والدجاج ولحم البقر والأرز.

ويؤدي نقص الحديد إلى الأنيميا والتعب وسرعة الاثارة والتهيج العصبي وقصر مدة التركيز وضعف التعلم والذاكرة، ولكن عند إعطاء الحديد مرة أخرى يعود الشخص الى حالته الطبيعية.

وقد وجد أن نقص الحديد يستطيع أن يغير من وظيفة الجهاز العصبي المركزي؛ وذلك لأنه يدخل في تركيب مساعد إنزيمي تيروسين هيدروكسيلاز وتريبستوفين هيدروكسيلاز اللذين يدخلان في تكوين الدوبامين والسيروتونين والنورابينفرين، ولهذا فإن نقص الحديد يغير من كميتها داخل الجهاز العصبي المركزي، ويدخل أيضاً في مراحل التكسير، ويؤثر أيضاً على ارتباط هذه الموصلات العصبية بمستقبلاتها في الخلية العصبية Postsynaptic receptors وقد وجد في حيوانات التجارب التي تعاني من



نقص الحديد أن كمية السيروتونين والدوبامين المرتبطة بمستقبلاتها منخفضة نسبياً.

### ٣ - الزنك Zinc :

يعتبر الزنك ذا أهمية كبيرة؛ لأنه يدخل في تركيب عدد كبير من الإنزيمات التي تساعد في عملية الأيض الغذائي، وتساعد في تكوين الأحماض النووية DNA, RNA وتكوين البروتين، وبالتالي فهو مهم جداً في النمو، وفي خروج فيتامين أ من الكبد، وفي التئام الجروح، ويقوى من عمل الهرمونات.

ويحتوى الجسم على حوالى ٢ - ٣ جم، وتوجد ٤/٣ الكمية في الهيكل العظمي وكمية كبيرة في العين والجلد والجهاز التناسلى، يحتاج الجسم إلى ٣ مللي جرام للطفل، ١٢ - ١٥ مللي جرام في اليوم للشخص اليافع. وأهم مصادره الكبد والأحياء المائية واللحم والبندق والحبوب. ووجد أن الزنك مهم في مرحلة النمو والبلوغ. كما أن التغير في السلوك والتقلب في الحالة النفسية وعدم المقدرة على تنسيق الحركات العضلية الارادية والارتعاش من علامات نقص الزنك، ومن علامات نقصه الشديد الرؤية بصعوبة وضعف في حواس الشم والتذوق.

### ٤ - اليود Iodine :

إن اليود لا غنى عنه فى هرمونات الغدة الدرقية الثيروكسين T4 - T3 ، والتي تنظم عملية الأكسدة داخل الخلية، وبالتالي يؤثر على الحالة الفسيولوجية والعقلية للجسم وعلى وظيفة الجهاز العصبى المركزى. ويوجد حوالى ١٥ - ٢٥ مجم من اليود فى الغدة الدرقية، والباقي يوجد في الغشاء المخاطى للمعدة والغدد اللبنية والكلية. ويحتاج الفرد حوالى ١٥٠ ميكروجرام / يوم، ويوجد فى الأحياء المائية، ويؤدى نقص اليود إلى نقص إنتاج هرمون الثيروكسين، وهذا يؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية (Goiter) ، ومن أعراضها نقص فى معدل الأيض الغذائى، وزيادة فى الوزن، وعدم القدرة على تحمل البرودة وضعف فى القلب وتقصف الشعر والأظافر. ومن الأعراض المرتبطة بالجهاز العصبى : الاكتئاب، والتعب، وعدم القدرة على الكلام بوضوح، وفتور الشعور، وضعف فى الذاكرة.

وقد وجد أن الأملاح المعدنية لها تأثير سام مثل الفيتامينات في الجرعات العالية، فمثلاً تسبب الجرعة العالية من النحاس قيئاً واضطراباً في الجهاز العصبي وأن الجرعة العالية من اليود تؤثر في وظيفة الغدة الدرقية.

والجرعة المرتفعة من الزنك أو الحديد تسبب خطورة على القلب، بينما تسبب الجرعة المرتفعة من السيلينيوم إسهالاً ودوخة وقيئاً وفقدان للشعر.

#### الجرعات المسموح بها من الأملاح المعدنية ووظيفتها

Source المصدر	Function الوظيفة	الجرعة المسموح بها RDA	الملح المعدني
أوراق الخضروات - البندق - الحبوب - البقول.	تكوين العظام والأسنان - انقباض العضلات - انتقال الومضة العصبية - تكوين البروتين.	٢٨٠-٣٥٠ مللى جرام	المغنسيوم
المواد البروتينية	جزء من بعض الأحماض الأمينية وجزء من الشيامين	غير معينة	الكبريت
اللحم - الحبوب - البقول - الفاكهة الجافة الماء	تكوين الهيموجلوبين - تكوين الكولاجين - تكوين جلطة الدم - يدخل في وظيفة جهاز المناعة ويعتبر جزءاً من معظم الإنزيمات.	١٥-٣ مللى جرام	النحاس
الأملاح اليودية	تقوية الأسنان	١٥-٤ مللى جرام	الفلور
	يدخل في وظيفة الغدة الدرقية، ويدخل في الأيض الغذائي	١٥٠ ميكروجرام	اليود
الكبد - اللحم - القمح - الحبوب - مع البيض - البقول والفاكهة الجافة	يعتبر جزءاً من الهيموجلوبين - وجزءاً من بعض الإنزيمات - تكوين الأجسام المضادة	١٠-١٥ مللى جرام	الحديد
البروتين - الحبوب وبعض البقول	جزء من معظم الإنزيمات - أيض البروتينات - التئام الجروح - نمو الأعضاء التناسلية - يدخل في حاستي الشم والتذوق - تخزين وانطلاق الانسولين	١٢-١٥ مللى جرام	الزنك
الكبد - اللحم - مع البيض - الحبوب	انتقال الجلوكوز إلى الخلايا	٥٠-٢٠٠ ميكروجرام	الكروم
الغذاء ذو أصل حيواني	جزء من فيتامين ب ١٢	غير معينة	الكوبل
كل الحبوب - الفول السوداني - البندق - الخضروات.	تكوين العظام - جزء من إنزيمات الأيض الغذائي	٢-٥ مللى جرام	المنجنيز

(تابع ) الجرعات المسموح بها من الأملاح المعدنية ووظيفتها :

Source المصدر	Function الوظيفة	الجرعة المسموح بها RDA	الملح المعدني
اللبن ومنتجاته - السردبن - الكرب - اللفت .	تكوين العظام والاسنان - تكوين جلطة الدم - انقباض العضلات - انتقال الومضة العصبية .	٨٠٠ مللى جرام	الكالسيوم
اللبن ومنتجاته - اللحم - الدجاج - الأسماك - البقوليات .	تكوين العظام والاسنان - تكوين الحامض النوى (DNA) وتكوين إنزيمات عديدة .	٨٠٠ مللى جرام	الفوسفور
الأملاح .	اتزان الماء - اتزان الوسط الحامض والقلوى Acid-base balance - انقباض العضلات - انتقال الومضة العصبية .	٥٠٠ مللى جرام	الصوديوم
الخضروات - الفاكهة - اللبن - الحبوب - اللحم - الأسماك - البقول .	اتزان الماء - المحافظة على درجة الحموضة والقلوية بالجسم - انقباض العضلات - انتقال الومضة العصبية .	٢٠٠٠ مللى جرام	البوتاسيوم
ملح الطعام .	اتزان الماء - المحافظة على درجة الحموضة والقلوية بالجسم - يدخل فى وظيفة الجهاز العصبى - جزء من حمض الهيدروكلوريك فى المعدة .	٧٥٠ مللى جرام	الكلور

الأملاح المعدنية في الجدول الدوري للعناصر

1																		2																	
H 1.0079																		He 4.0026																	
3 Li 6.94																		4 Be 9.0121																	
11 Na 22.989																		12 Mg 24.305																	
19 K 39.098																		20 Ca 40.078																	
27 Fr (223)																		28 Ra (226)																	
55 Cs 132.905																		56 Ba 137.327																	
87 Fr (223)																		88 Ra (226)																	
90 Th 232.037																		91 Pa 231.036																	
92 U 238.028																		93 Np (237)																	
94 Pu (244)																		95 Am (243)																	
96 Cm (247)																		97 Bk (247)																	
98 Cf (251)																		99 Es (252)																	
100 Fm (257)																		101 Md (258)																	
102 No (259)																		103 Lr (260)																	
58 Ce 140.12																		59 Pr 140.907																	
60 Nd 144.24																		61 Pm (145)																	
62 Sm 150.36																		63 Eu 151.964																	
64 Gd 157.25																		65 Tb 158.925																	
66 Dy 162.50																		67 Ho 164.930																	
68 Er 167.26																		69 Tm 168.933																	
70 Yb 173.04																		71 Lu 174.967																	
72 Hf 178.49																		73 Ta 180.948																	
74 Zr 91.224																		75 Nb 92.906																	
76 Mo 95.94																		77 Tc (98)																	
78 Pd 106.42																		79 Ag 107.868																	
80 Cd 112.411																		81 In 114.818																	
82 Sn 118.69																		83 Sb 121.757																	
84 Xe 131.29																		85 I 126.905																	
86 Kr 83.80																		87 Br 79.904																	
88 Se 78.96																		89 As 74.921																	
90 Ge 72.64																		91 Ga 69.723																	
92 Zn 65.38																		93 Cu 63.546																	
94 Ni 58.71																		95 Co 58.933																	
96 Fe 55.847																		97 Mn 54.938																	
98 Cr 51.996																		99 V 50.941																	
100 Ti 47.88																		101 Sc 44.956																	
102 Zr 91.224																		103 Nb 92.906																	
104 Hf 178.49																		105 Ta 180.948																	
106 La 138.905																		107 Ce 140.12																	
108 Ba 137.327																		109 Sr 87.62																	
110 Pb 207.2																		111 Bi 208.98																	
112 Po (209)																		113 At (210)																	
114 Rn (222)																		115 Fr (223)																	
116 Xe 131.29																		117 Kr 83.80																	
118 Ar 39.948																		119 Cl 35.453																	
120 Ne 20.17																		121 F 18.998																	
122 He 4.0026																		123 Li 6.94																	

Determination according to publication in Scientific Journal

Determination on ion or compound according to Microbeam Application

Determination according to publication in scientific journal

Determination of ion in compound according to Merck's Application

الفصل السادس  
مضافات الطعام والجهاز العصبي



## مضافات الطعام

### Food Additives

مضافات الطعام هي مواد غير غذائية تضاف إلى المواد الغذائية لأغراض عديدة، منها: امتداد صلاحية المادة، والمحافظة على القيمة الغذائية، وإعطاء اللون والرائحة المستحبة. ويوجد حوالي ٢٥٠ - ٣٠٠ مادة مستخدمة لهذا الغرض، ومع أن هذه المواد مفيدة إلا أن بعضها له أضرار سمية على الصحة، فعلى سبيل المثال وجد أن نيتريت الصوديوم التي تعطى اللون الأحمر لبعض منتجات اللحوم من الممكن أن تسبب مرض السرطان، ولهذا.. فإن لهذه المواد على وجه العموم تأثيراً جانبياً على الصحة والسلوك.

وقد عبر Paracelsus في عام ١٥٣٨ في المخطوط الثالث أن كل مادة لا بد من أن يكون لها تركيزات من الصفر؛ بحيث لا يكون لها تأثير ضار، وقال ماذا يمكن أن يتواجد ولا يكون له تأثير سام؟ وكل الأشياء سامة ولا يوجد شيء دون سمية، وأن الكمية هي التي تجعل الأشياء سامة، وأضاف أن المواد تصبح سامة في تركيزات أعلى من حد معين وغير سامة في تركيزات أقل من حد معين.

وهناك بعض المعلومات قبل أن تضاف المادة إلى المواد الغذائية لجعلها في حالة الأمان للجسم، منها ما يأتي:

- ١ - لا بد من معرفة اسم المكونات الكيميائية للمادة.
- ٢ - معرفة طبيعة المادة وخواصها الطبيعية والكمية المتاحة منها حتى لا تعطى تأثيراً ضاراً.
- ٣ - شرح الطريقة التي عن طريقها يمكن قياس كمية المادة في الطعام.
- ٤ - شرح التقارير أو الدراسات، التي أجريت لاستخدام المادة وطرق التحكم في استخدامها في الصناعة.

وهذه المعلومات تشمل معرفة الأضرار السمية والعوامل التي تؤدي إلى منعها أو استخدامها كمادة جديدة مضافة للطعام، وهذه تجرى عن طريق استخدامها كغذاء لحيوانات التجارب. حيث إن حيوانات التجارب أكثر فاعلية في معرفة التأثير الحاد والمزمن لهذه المواد، ولكن أقل في معرفة حالة السرطان التي تحدث على مدى بعيد من استخدام هذه المواد.

هذا... وتُجدر الإشارة إلى بعض المشاكل في استخدام حيوانات التجارب فمثلاً:

- ١ - الاختلاف في امتصاص وتوزيع وإخراج هذه المواد بين الإنسان والحيوان.
  - ٢ - تحدث بعض الأعراض السمية في الإنسان، مثل: الصداع والاكنتاب وفقدان الشهية لا نستطيع تمييزها في الحيوانات.
  - ٣ - استخدام عدد كبير من حيوانات التجارب، من الممكن أن يلغى بعض أعراض السمية، التي تظهر في الأعداد الصغيرة.
  - ٤ - يختلف التداخل في المواد الغذائية من الإنسان إلى الحيوان.
- ومن الدراسات التي لا بد من إجرائها على المادة المراد اضافتها قبل استخدامها:
- أ - اختبار السمية الحادة عن طريق الفم على نوعين على الأقل من الحيوانات؛ لمعرفة نصف الجرعة المميتة LD50، وهي الجرعة التي يموت عندها نصف عدد الحيوانات المستخدمة في الاختبار.
  - ب - الاختبار قصير المدى يكون من ٩٠ يوماً إلى ٦ شهور، مع استخدام جرعات مختلفة، ومن هنا نستطيع معرفة تأثير هذه المواد على النمو والسلوك ووظائف الكبد والكليتين، ومن الممكن أن يمتد الاختبار لمعرفة التأثير على الأجنة.
  - ج - الاختبار طويل المدى لمدة سنتين؛ لمعرفة ما إذا كانت المادة تسبب أمراض السرطان أم لا.
- وهذه الاختبارات تنظم تداول هذه المواد وأقل كمية مسموح باستخدامها حتى لا تسبب ضرراً للإنسان.



وتنقسم المواد المضافة تبعاً لطبيعتها ووظيفتها الى :

#### ١ - المواد الحافظة Preservatives :

هى التى تمنع أو توقف الإلتلاف الناتج من البكتيريا والخمائر والفطريات وهذه المواد ضرورية للتخزين والتوزيع. وأن هذه المواد ممكن أن تكون طبيعية مثل الملح «للحوم» والسكر والجليلى «للحلويات»، ومن الممكن أن تكون صناعية مثل نترات الصوديوم، والتي توصى المواصفات بعدم استخدامها «تضاف للحوم لتمنع نمو بعض الفطريات» وحمض البنزويك «يضاف للمشروبات ليمنع نمو الميكروبات» وثانى أكسيد الكربون وحمض السوربيك.

##### أ - ثانى أكسيد الكربون ( $\text{CO}_2$ ) :

استخدم منذ القدم كمادة حافظة. ووزنه الجزيئى ٤٤.١، وهو غاز عديم اللون، غير قابل للاشتعال وله رائحة وطعم حمضى. ويؤثر ثانى أكسيد الكربون فى الأحياء الدقيقة بتثبيط نموها، وجعلها فى حالة سكون، وهو يستخدم كمادة حافظة، ويعرف أحيانا باسم الثلج الجاف Dry ice.

##### ب - حمض البنزويك ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CooH}$ ) :

يستخدم فى صورته أو فى صورة بنزوات الصوديوم، ووزنه الجزيئى ١٣١.١١، وهو عبارة عن بللورات بيضاء، تذوب فى الكحول، وينصهر عند حوالى ١٢٠ م°. أما الملح المعروف باسم بنزوات الصوديوم، فوزنه الجزيئى ١٤٤.١١، وهو عبارة عن مسحوق أبيض بلورى يذوب فى الماء.

وتسبب الجرعات العالية من حمض البنزويك اضطراباً فى نمو حيوانات التجارب، واضطراباً فى الجهاز العصبى المركزى وتشنجات.

##### ج - حمض السوربيك :

وزنه الجزيئى ١٣٠.١١٢، وهو عبارة عن بللورات بيضاء لها رائحة مميزة وطعم حامضى، وهو يذوب فى الماء والكحول الإيثيلى، ويستخدم فى صورة أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم.

وللكشف الوصفى والتقدير الكمي للحامض يستخدم التفاعل اللوني الأحمر؛ حيث تتم أولاً أكسدة حمض السوربيك بواسطة ثاني كرومات البوتاسيوم، ثم التفاعل مع حمض الثيوباربيتيوريك.

وفى اختبارات السمية شبه المزمنة، لم تظهر أى اعراض جانبية، نتيجة لتناول الغذاء المحتوى على حمض السوربيك بنسبة أعلى من المسموح بها فى الموصفات، وفى عينة أخرى من حيوانات التجارب - غذيت بالكمية نفسها - أدت إلى تنشيط النمو وزيادة وزن الكبد؛ نتيجة استخدام الجسم لحمض السوربيك كمصدر للطاقة. ويؤثر حمض السوربيك على الأحياء الدقيقة، فى أنه يثبط عدداً من الإنزيمات فى الخلية؛ خاصة التي تدخل فى التمثيل الغذائى للكربوهيدرات.

## ٢ - المواد المقاومة للتأكسد Antioxidants :

وهى مواد تمنع التزنخ « الرائحة الكريهة »، والتغيرات الناتجة من التأكسد فى الطعام، وهى مهمة لإطالة مدة صلاحية الخضروات ودهون الحيوانات، ومن هذه المواد: حمض الاسكوربيك (Ascorbic acid)، وفيتامين E (Alpha-Tocopherol).

### فيتامين $C_{29}H_{50}O_2E$ :

وزنه الجزيئى ٤٣٠٫٧١، وهو زيتى لزج، ليست له رائحة، ويميل لونه إلى الاصفرار ويتأكسد ويتحول الى اللون الغامق عند تعرضه للهواء والضوء وهو لا يذوب فى الماء، ولكنه يذوب فى الكحول الإيثيلى. وللكشف عنه يؤخذ ٠٫١ ر جرام من العينة، تذاب فى ١٠ مللى من الإيثانول النقى، ثم يضاف ٢ مللى من حمض النيتريك، ويسخن عند حوالى ٧٥ م° لمدة ١٥ دقيقة، فيتكون لون أحمر لامع إلى برتقالى.

## ٣ - المواد العازلة Sequestrants :

وهى مواد تستخدم لترتبط بالعناصر المعدنية، التي من الممكن أن تغير من الرائحة واللون وتعكير المواد الغذائية. ومن أمثلتها حمض الستريك وفوسفات الصوديوم وحمض الترتريك والـ EDTA (Citric acid, Sodium phosphate, Tartaric acid).

#### ٤ - المواد المكملة Supplemented substances :

ومن بينها الفيتامينات والأملاح المعدنية، والتي تضاف إلي المادة الغذائية؛ لتحفظ بقيمتها الغذائية، مثل: مجموعة فيتامين ب المركب، أو أحد أفراد هذه المجموعة، والذي يضاف إلى الخبز والحبوب، وفيتامين ج الذي يضاف إلى مشروبات الفاكهة.

#### ٥ - المواد المستحلبة والمواد المثبتة Emulsifiers and Stabilizers :

وهي مواد تركيبية تغير من الخواص الطبيعية للغذاء. فمثلا المستحلبات مثل الليسيثين والبروبيلين جليكول تساعد من عملية انتشار الزيت مع الماء، ويستعملان لتجهيز توابل السلاطة والسمن النباتي والصناعي.

والمواد المثبتة هي التي تعطى سمك « تخانة » مثل الجيلاتين والبكتين والصمغ الصناعي، وتعمل على تحسين تركيب الغذاء مثل: الجبن المصنع، والبودنج والحساء، وتمنع تكوين حبيبات الثلج في الآيس كريم والفاكهة المجمدة. ويستخدم السوربيتان مونو أوليات Sorbitan monooleate كمستحلب ومثبت في الوقت نفسه.

#### السوربيتان مونو أوليات Sorbitan monooleate :

هو سائل لزج كهرماني اللون « اصفر ضارب إلى الأحمرار » ويحتوى على مادة زيتية، وفي الحالة الصلبة يكون في صورة شمعية، وله طعم ورائحة مميزين وهو لا يذوب في الماء البارد، ويحدث له تشتيت في الماء الساخن. ويذوب عند درجة أعلى من درجة انصهاره في الكحول الإيثيلي والأنيلين والاثير.

#### ٦ - المواد الحمضية والقلوية والمتعادلة

##### Acids, alkalies and neutralizing agents

تضاف هذه المواد الى كثير من الاطعمة؛ حيث تلعب الحموضة دورا مهماً جداً للوسط، كما هو الحال في المشروبات والشيكلات، ومن أمثلتها: فيومارات الصوديوم Sodium Fumarate ( $N_4H_3NaO_4$ ) ووزنها الجزيئي ١٦٠.١٣٨، وهي عبارة عن مسحوق أبيض له طعم حامضي، يذوب في الماء.

## ٧ - المضافات الحسية Sensory additives :

تجعل الطعام أكثر شهية، مثل: مكسبات النكهة «الطعم والرائحة»، ومن أمثلتها أحادي جلوتامات الصوديوم Monosodium glutamate، وحمض الجلوتاميك Glutamic acid، ومكسبات اللون، فمنها ما هو طبيعي مثل: الزعفران، والبنجر، والكاروتين، والكركم، وما هو صناعي، مثل: الترترازين والاريثروسين.

### أ - حمض الجلوتاميك (C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>4</sub>) Glutamic acid

وزنه الجزيئي ١٤٧،١٣، وهو عبارة عن بللورات بيضاء أو عديمة اللون، لها طعم حمضي مميز، ويذوب بصعوبة في الماء، ولا يذوب في الكحول الإيثيلي أو الأثير.

طريقة تعيينه: نذيب حوالي ٢٠٠ جم من العينة، ثم نجفف، ونزنها، ويضاف إليها ٦ مللى من حمض الفورميك، ثم يضاف ١٠٠ مللى من حمض الخليك الجليدي ثم يعاير مع ٠،١ من حمض البيركلوريك. كل مللى من ٠،١ من حمض البيركلوريك تعادل ١٤،٧١٣ من حمض الجلوتاميك.

### ب - احادي جلوتامات الصوديوم

### : C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>NNaO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O Monsodium glutamate

كتلته الجزيئية ١٨٧،١٣، وهو عبارة عن بللورات بيضاء، ليست لها رائحة، ولها طعم مميز، وتذوب في الماء، وتذوب بصعوبة في الكحول الإيثيلي ولا تذوب في الأثير.

وتعطي هذه المادة النكهة المستحبة، وتضاف إلى عديد من المواد الغذائية، وهذه المادة هي ملح الصوديوم للحمض الأميني جلوتامات، الذي يوجد بصورة طبيعية في المواد الغذائية، وتتحول هذه المادة في القناة الهضمية إلى الحمض الأميني جلوتامات، الذي ثبت من الدراسات الحديثة أنه من الموصلات العصبية المنشطة في الجهاز العصبي المركزي. هذا... والجدير بالذكر أن الكميات الكبيرة من الجلوتامات لها تأثير سمي على الجسم حيث ثبت بالدراسات التي أجريت على حيوانات التجارب أنها تؤدي إلى إتلاف منطقة تحت المهاد البصري في المخ، وعدم نمو الجهاز الهيكلي، والزيادة في الوزن،

وعدم تنظيم جهاز الغدد الصماء وزيادة الحساسية. كما تعمل على تكسير الأحماض الأمينية في المخ، وتقلل الهرمونات الجنسية، والقدرة على التعلم، كما تقلل كمية الأبينفرين والنورابينفرين والدوبامين في المخ، ومن تأثيرها على الإنسان: التعب العام، وفقدان الحس في بعض الأماكن، وسرعة خفقان القلب والارتجاف.

#### ج - السكرين $C_7H_5NO_3S$ , Saccharin

ووزنه الجزيئي ١٨٣، وهو عبارة عن بللورات بيضاء عديمة الرائحة، لها مذاق حلو في محلول مخفف، يذوب ببطء في الماء، ويذوب في المحاليل القاعدية، ويستخدم كمادة محلية Sweetening agent. وللكشف عنه يذاب حوالي ١٠ جم من العينة في ٥ مللي من ٥٪ هيدروكسيد الصوديوم، ثم يبخر ويجفف ببطء، والباقي يحدث له انصهار بطيء على اللهب، ثم يبرد ويذوب في ٢٠ مللي من الماء، ثم يعادل مع محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك ويرشح. وعند إضافة نقطة من كلوريد الحديدك إلى الراشح يظهر لون بنفسجي.

ومن الأضرار التي يسببها السكرين أن الفرد يدمن الطعام، الذي يحتوي على نكهة السكرين، ومن الممكن أن يؤدي إلى السرطان. أما من حيث تأثيره على السلوك العام.. فقد يسبب الإكتئاب والدوخة وعدم وضوح الرؤية «الزغللة» والإصابة بالارق والعصبية والم نصف الرأس، ونشاط زائد يصعب التحكم فيه Hyperactivity.

ويتميز النشاط الزائد عند الأطفال بالآتي: السلوك الاندفاعي، واللامبالاة، وقلة الانتباه، وارتفاع النشاط الحركي، وعدم الاستقرار في الانفعال، وعدم المقدرة على القيام بعمل شاق.

#### د - مكسبات اللون:

##### \* الزعفران (Saffron) $(C_{44}H_{64}O_{24})$ :

وهو يوجد في الجزء العلوي الجاف من زهرة الزعفران، وهو عبارة عن مسحوق أصفر ذهبي أو بني، وله طعم لاذع ورائحة مميزة، ويعطى لوناً أصفر للوسط السائل، ويعطى

لوناً أصفر باهت مع الأثير.

وللكشف عنه : يضاف حمض الكبريتيك إلى العينة، ويعطى لوناً أزرق يتغير إلى البنفسجي بالتدريج، ثم الأحمر الفاتح وأخيراً البنى .

#### \* الاريثروسين Erythrosin :

وزنه الجزيئي ٨٧٩٨٧، وهو عبارة عن مسحوق أو حبيبات حمراء، تذوب في الماء والإيثانول وتعطى لوناً أحمر.

طريقة التعيين: يذاب حوالي ١ جم من العينة في ٢٥٠ مللى من الماء، ثم ينقل الى كأس سعته ٥٠٠ مللي، ويضاف اليه ٠.٨ مللى من ١٠٥ عياري من حمض النيتريك ويقلب جيداً. نرشح في بوتقة معلومة الوزن، ثم نغسل الراسب بـحمض النيتريك «٥٪»؛ حتى لا يعطى الراشح أى تعكير مع نترات النحاس، ثم يغسل بالماء «٣٠ مللى»، ثم يجفف عند حوالي ١٣٥ م، ويفرق يكسر الراسب بساق زجاجية، ويبرد في وعاء التجفيف، ويتم وزنه، ثم يحسب بواسطة القانون .

$$\text{نسبة المادة الملونة} = \frac{\text{وزن الراسب} \times ١٠٥,٣}{\text{وزن العينة}}$$

ومن أضرار استخدام ملونات الطعام الصناعية ما يأتي :

يستخدم التترازين (FD, C yellow No<sub>5</sub>) في الطعام، وبعض الأدوية . وخلال عام ١٩٧٠ ظهرت بعض حالات الحساسية نتيجة لاستخدام هذه الأدوية؛ مما أدى إلى تنظيم استخدام هذه الصبغة ووضع القواعد لها .

ومن الأعراض الجانبية : الحساسية وألم بالبطن والزعزعة والارتيكاريا والازمة الصحية والتهاب بالمفاصل . ومن تأثيرها على السلوك : سرعة التهيج، وعدم الشعور بالراحة، وعدم انتظام النوم، والاكتئاب، وعدم التركيز، وفقد القدرة على التعلم، وسعة الغضب، والتقليل من القدرة على الحركة .

ومن الأبحاث التي أجريت في هذا المجال، ثبت أن ملونات الطعام, tartrazine, erythrosine, fastgreen تعمل على انخفاض محتوى المخ من الدوبامين والموصلات العصبية الأخرى، مثل: السيروتونين، والنورابينفرين، وتعمل على انتشار الاستيل كولين من الجهاز الباراسمبثاوى.

والأعراض الناتجة من استخدامها تكون نتيجة طبيعية لتغير محتوى المخ من هذه الموصلات العصبية.





الفصل السابع  
التلوث البيئي والجهاز العصبي



## التلوث البيئي والجهاز العصبي

### ماذا نعرف عن البيئة؟

تعرف البيئة (Ecology) على أنها ذلك الوسط الذى يحيط بالإنسان، ويعيش فيه مثل الظروف المناخية والجيولوجية والكيميائية والطبيعية، وهذه الظروف مرتبطة ببعضها وأى تغير في واحد منها، يتبعه تغير فى النظم الأخرى.

هذا... ويعتبر التلوث من العوامل الرئيسية، التي تتسبب في اضطراب التوازن البيئي، الذى يتسبب فيه الإنسان؛ نتيجة لإخلاله بتوازن البيئة. وقد اتفقت جميع الدراسات أن الصفات الأساسية لمكونات الطبيعة قد تغيرت؛ نتيجة لتصرفات وسلوك الإنسان التي يحكمها العقل البشرى. والجدير بالذكر أن الله تعالى خلق كل شئ بمقدار، وسبحانه وتعالى الذى يعلم أن هذا القدر هو الذى يكفل لآى عنصر من عناصر البيئة أن يؤدي دوره المحدد فى صنع الحياة «إنا كل شئ خلقناه بقدر» صدق الله العظيم (القمر/ ٤٩) ويرى العلماء أن الإقلال من نسبة ثاني أكسيد الكربون فى الجو والغازات الأخرى مثل الميثين وأكسيد النترات تعتبر على الأقل من الإجراءات الوقائية. ومن ناحية أخرى، ترجع ظاهرة ثقب الأوزون إلى مادة الهيدروكلور وكاربون المستخدمة فى صناعة الاسبراي، وفى بعض الأجهزة الكهربائية كالثلاجات وأجهزة التكييف، والتي ينطلق منها الكلور فى الجزء العلوى من الغلاف الجوى.

وكلمة التلوث تعني اختلاط أى شئ غريب بمكونات المادة وتسهم الرياح والتيارات المائية والهوائية فى نقل الملوثات من بلد إلى آخر، فتنتقل الرياح الدخان والغازات الناتجة من المصانع من بلد إلى آخر، كما تنتقل أمواج البحر بقمع الزيت والنفايات التي تلقى من مكان إلى آخر، مهددة بذلك الإنسان والأحياء المائية.

### أولا : تلوث الهواء :

من المسلم به أن تلوث الهواء من أكبر المشاكل التي تواجه العالم؛ وبخاصة الدول

الصناعية، وبتلوث الهواء عند وجود مواد غازية أو سائلة أو صلبة؛ خاصة ما ينتج عن احتراق المواد العضوية.

#### ومن أمثلة المواد الملوثة :

١ - أول أكسيد الكربون (Co)، وهو ينتج من الاحتراق الكامل لمختلف أنواع الوقود العضوى (كالفحم والمازوت)، وسمية أول أكسيد الكربون كبيرة؛ لأنه يتحد مع هيموجلوبين الدم مكونا كربوكس هيموجلوبين، ويقلل بذلك من اتحاد الاكسجين بالهيموجلوبين، وينتج عن ذلك نقصه فى الدم وزيادة ضغط الدم، وبذلك يؤدي إلى إجهاد عضلة القلب، وزيادة معدل النبض، وضيق فى التنفس، وتصلب بالشرايين، ونجد أيضا أن الجهاز العصبى يتأثر بذلك؛ مما يؤدي إلى الاضطراب فى الوظائف الفسيولوجية بالجسم.

٢ - ثانى أكسيد الكربون ( $CO_2$ ): مصدره الرئيسى الحرائق، والتي تتسبب زيادة كميته فى الجو إلى تأخر نمو الكائنات الحية.

٣ - الهيدروكربونات : مركبات عضوية تتكون من اتحاد الهيدروجين والكربون، وقد تؤدي إلى الإصابة بالسرطان.

٤ - مركبات الكبريت: مثل ثانى أكسيد الكبريت، الذى ينتج من عملية احتراق الفحم والبترو، ثم يتحول الى كبريتيد الهيدروجين او حمض الكبريتوز. ويسبب هذا الحمض تهيج الاغشية المخاطية والعيون، ويسبب السعال والامراض الخطيرة بالرئتين؛ مما يؤدي إلى الربو والالتهاب الرئوى، وينتج كبريتيد الهيدروجين من تحلل النفايات، وله رائحة البيض الفاسد، ويسبب شللاً فى أعصاب الشم، وقد يؤدي إلى الوفاة.

#### ثانياً: تلوث الماء :

من المعروف أن الماء مهم جداً للحياة، ولحدوث جميع التفاعلات والتحولات التي تتم داخل جسم الاحياء، وأثبت علم وظائف الاعضاء أن الماء مهم ليقوم كل عضو

بوظائفه. قال تعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ [الأنبياء: ٣٠]. وعلى ذلك فإن المحافظة على مياه النيل من التلوث من الأمور المهمة جداً، والتي يجب الانتباه إليها وتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية أو النباتية أو المعدنية أو الصناعية أو الكيميائية التي تلقى فيه. والتلوث الكيميائي من أخطر الأنواع؛ لأنه يتعلق بالفضلات الصناعية والكيميائية. وتعتبر المواد الكيميائية التي يحدث لها تراكم من أخطر الأنواع مثل المعادن الثقيلة والمبيدات الحشرية.

وسوف نستعرض بعض الامثلة من المعادن الثقيلة واثارها الجانبية:

#### ١ - الرصاص (Lead):

تتعرض المسطحات المائية للرصاص؛ نتيجة غرق السفن التي تحمل مواد كيميائية، يدخل الرصاص في تكوينها، أو عندما تلقى بعض المعامل الكيميائية بنفاياتها في المياه. ويتركز الرصاص في أنسجة الأسماك، وينتقل منها إلى الإنسان مؤدياً بذلك إلى التسمم. ونجد أن الرصاص موجود في البيئة التي نعيش فيها وأن التسمم بالرصاص يأتي نتيجة استنشاق غبار به بقايا الرصاص، أو عن طريق دخوله إلى القناة الهضمية نتيجة اختلاطه بالمواد الغذائية أو الأسماك.

ويحدث امتصاص للرصاص بعد دخوله للقناة الهضمية. ويمتص الجسم حوالي من ٥-١٠٪ من الرصاص المأخوذ، وتتوقف كمية امتصاصه على وجود عناصر أخرى؛ فمثلاً عند وجود الايونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والزنك.. فإنها تعوق من امتصاصه، وفي غيابها يمتص بكمية أكبر، وتكون سميته أكبر.

ويوزع الرصاص على أنسجة الجسم بعد امتصاصه، ونجد أن التأثير الأول على كرات الدم الحمراء فيتحد بها الرصاص، ثم الأنسجة (soft tissues) مثل الكلية والكبد، ثم الأنسجة الكلسية (Calcified tissues) مثل العظام. ويحدث إخراج عن طريق الجهاز الإخراجي وفي البراز، وترسب منه كمية في الشعر والأظافر.

وفي بادئ الأمر، فإن حاجز المخ (Blood brain barrier) يمنع دخول الرصاص إلى

المخ، ولكن مع تراكمه وزيادة كميته يستطيع أن يعبر حاجز المخ. ونجد أن سرعة وصوله الى المخ أكبر في حالة صغار السن عن كبار السن.

وعند دخوله الى المخ، تتركز كمية منه في قرين آمون والمخيخ وتحت المهاد البصري والجسم المخطط والقشرة المخية والمخ المتوسط، ومن أعراض التسمم بالرصاص:

ألم بالبطن - خلل في الجهاز الطرفي - ضعف بالعضلات وخاصة الذراع والقدم - التعب العام - الصداع - فقدان الشهية وفقدان الوزن - الأنيميا - التهيج العصبي - عدم انتظام فترات النوم - الإكتئاب والقلق، وبالإضافة الى ذلك تظهر أيضا أعراض فقد الذاكرة، وعدم التركيز، وعدم وضوح الرؤية، وتغير في الجهاز الحسي.

وأعراض تسمم الرصاص في الاطفال تشمل:

فقدان الشهية - ألم بالبطن وقئ - تعب عام - دوخة - تهيج عصبي - تشنج - غيبوبة.

وقد وجد أن التهاب المخ يتعرض له الأطفال أكثر من كبار السن، ومن الأبحاث التي أجريت على حيوانات التجارب، وجد أن التعرض للرصاص أثناء النمو يؤدي إلى صغر حجم المخ، وأكثر المناطق عرضة للإصابة والتدمير، هي: مناطق القشرة المخية والمخيخ وقرين آمون.

ويؤدي ظهور الرصاص في الأوعية الدموية التي تغذي المخ إلى موت الانسجة، وظهور الجلطة بالمخ، وتعتبر هذه الأعراض الأولية لتسمم الرصاص، يليها تغير في الخلايا العصبية. وبذلك يعمل الرصاص ويساعد على عدم انتشار بعض الموصلات العصبية، مثل: الاستيل كولين، وعدم تكسيرها في منطقة قرين آمون؛ مما يؤدي إلى وقف وظائف الاستيل كولين في الجهاز العصبي، وقد وجد أيضاً أن الرصاص يؤثر على وظائف أحاديات الامين، أو الكاتيكول أمين بالمخ.

وللعلاج السريع تعطى بعض العوامل الكُلابية (Chelating agents)، والتي تتحد بقوة مع المعادن مثل الرصاص، وتزيله من الجسم، وتجعله قابلاً للذوبان يمكن خروجه من الجسم.

## ٢ - الزئبق (Mercury) :

يوجد عنصر الزئبق في الأحجار والتربة والماء والهواء، وهو غير قابل للذوبان في الماء، ولكنه في حالته المتأينة يمكن أن يدخل في تركيب المركبات السائلة، التي تصرف ضمن مياه الصرف الناتجة من المصانع الكيميائية.

والزئبق في حالته العادية لا يسبب تسمماً عن طريق الفم، ولكن أبخرة الزئبق المتطايرة من المصانع - لها أضرار جسيمة - فبمجرد دخوله إلى الجسم، يذوب في الدم ويحمل إلى المخ، ويتحول بداخله إلى صورة مؤكسدة ( $Hg^{++}$ ). وهذه الصورة لا تستطيع أن تعبر حاجز المخ، وبذلك تتراكم بداخله. ومن العلامات المميزة للتسمم بالزئبق: الرعشة أو الارتجاف، يليها الشعور بالتعب، والأرق، والتهيج العصبي، وفقدان الشهية.

وقد وجد أن الإكثار من استخدام كلوريد الزئبق (Mercuric cholride) في بودرة تنظيف الأسنان يؤدي إلى ظهور مرض يعرف باسم المرض القرنفلي (pink disease) في الأطفال، ويتميز هذا المرض بظهور اللون القرنفلي (الأحمر) في اليدين والقدمين والوجه، وزيادة كمية اللعاب والعرق، ومغص شديد، واختلال في وظائف الجهاز العصبي المركزي، وألم بالقدم واليدين والتهيج والارتعاش والخوف من الضوء.

ومن أخطر المركبات على الجهاز العصبي المركزي، مركب ميثيل الزئبق (Methylmercury)، الذي يستخدم كمبيد للفطريات (Fungicides)؛ فوجد أن هذا المركب سبب سمية للمزارعين؛ مما أدى إلى وقف استخدامه وهذا المركب يتركز في جسم الأسماك، ومنه ينتقل إلى الإنسان.

ومن العلامات المصاحبة لتدمير واتلاف الجهاز العصبي نتيجة التسمم بميثيل الزئبق ما يلي:

أ - الاضطراب في الحس (Sensory disturbance) مثل: تشوش الحس - فقدان الحس بالأصابع - عدم وضوح الرؤية - فقدان السمع - الإحساس بالألم في القدم.

ب - الاضطراب في الحركة (Motor disturbance) مثل: التعب وعدم الوقوف بثبات مما

يؤدي إلى الوقوع - الارتجاف - عدم المقدرة على الحركة بسرعة - والصعوبة في الكلام.

ج - الأعراض الأخرى مثل : الصداع - وزيادة كمية اللعاب واضطراب الذاكرة وعدم وضوح الرؤية؛ نتيجة التلف الذي يصيب القشرة المخية التي يوجد بها مركز البصر.

### ٣ - الألومنيوم Aluminum :

يعتبر الألومنيوم من المعادن التي توجد في القشرة الأرضية بنسبة ٨٪ من مكوناتها. ويوجد متحداً بالأكسجين ( $Al_2O_3$ )، ويوجد الألومنيوم في البيئة المحيطة في الماء والنبات والتربة.

يمتص الألومنيوم عن طريق القناة الهضمية، ويتأثر امتصاصه بوجود معادن أخرى مثل الفلوريد الذي يعوق من عملية امتصاصه. وبمجرد دخوله إلى الدم يتوزع على أنسجة الجسم المختلفة والعظام والكبد والعضلات، ويستطيع أن يعبر حاجز المخ، ويتراكم بالمخ. والكمية الكبيرة منه لها تأثير ضار على الجهاز العصبي. ومن الدراسات العديدة، وجد أن الألومنيوم يسبب تخطيط وإتلاف الأعصاب المخية والخلايا المخية، ويعمل على تغيير طبيعة حاجز المخ، الذي ينظم تبادل المواد بين المخ وأنسجة الجسم الأخرى.

وتغير طبيعة هذا الغشاء الفاصل تؤدي إلى دخول المواد السامة الأخرى إلى المخ.

ومن أعراض التسمم ما يأتي:

الجنون وتغير طبيعة الإنسان والإصابة بمرض البارانويا (جنون الاضطهاد) والفوضى وضعف الإدراك وهذيان الحمى. ومع تقدم المرض، يؤدي إلى عدم التناسق العضلي والتشنج وينتهي بالموت.

### ٤ - الكاديوم (Cadmium) :

يستخدم الكاديوم في صناعة الزنك وأصبغ المواد البلاستيكية والدهانات، ويتم تصريف النفايات التي تحتوي عليه إلى المسطحات المائية.

ويخترق الكاديوم الموجود في التربة جذور النباتات، ويصبح جزءاً من أنسجتها. ويخزن الكاديوم أيضاً في الحبوب والخضروات مثل السبانخ.



ويدخل الكادميوم الجسم عن طريق القناة الهضمية والجهاز التنفسي . وتعتبر سرعة امتصاصه بطيئة، وانخفاض الوجة من البروتين والكالسيوم أو الحديد يزيد من امتصاصه وتركيز كميته في الكليتين والكبد، وزيادة نسبته داخل الجسم تؤدي إلى فقدان حاسة الشم، وقد وجد أن حاجز المخ يقلل من مرور الكادميوم إلى المخ ولذلك نجد أن تأثيره على الجهاز العصبي المركزي قليل، ومن التجارب التي أجريت على حيوانات التجارب، ثبت أن التعرض المزمن للكادميوم يسبب تعباً في القدم، وضموراً في العضلات، وتخطيم الخلايا والألياف العصبية.

ويعمل الكادميوم على عدم انتشار بعض الموصلات العصبية، عند التقاء الأعصاب بالعضلات، وذلك عن طريق إيقاف عمل الكالسيوم عند منطقة ما قبل التشابك العصبي؛ مما يؤدي إلى عدم انتشار الاستيل كوين.

وعند تعرض أمهات حيوانات التجارب لكمية كبيرة من الكادميوم، يؤدي إلى قصر قامة الجيل التالي؛ لأنه يهاجم العظام ويؤدي إلى تأخر وبطء في التعلم، ويؤثر على الجهاز العصبي.

### ثالثاً: البيئة والطاقة الذرية:

وجد أن الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية والتكنولوجيا النووية في جميع أشكالها تؤثر تأثيراً مباشراً على البيئة بطريقة سلبية أو إيجابية؛ فمن الممكن أن تستخدم التكنولوجيا في توفير منتج خال من الملوثات البيئية أو تخليص البيئة من الملوثات، ويستخدم أيضاً التعقيم الإشعاعي لكثير من المعدات؛ لتطهيرها في المجال الطبي. وتستخدم النظائر المشعة في التشخيص والعلاج الطبي، وفي تطور المنتجات الزراعية، وفي مجالات البحوث تتكون النفايات المشعة؛ نتيجة لعدد من الأنشطة والتطبيقات النووية، مثل: أعمال التنقيب، واستخراج العناصر المشعة من مصادرها وتشغيل المفاعلات الذرية.

وقد ينتج من ذلك حوادث غير متوقعة، مثل التي حدثت بعد حادثة تشيرنوبل عام

١٩٨٦، وما صاحبها من عديد من الملوثات المشعة، التي انتشرت بين الدول المجاورة. وينطبق لفظ النفايات المشعة على كل ما يحتوى على ملوثات مشعة، تزيد عن المستويات المسموح بها لكل دولة، ويهتم المسؤولون في هذا المجال بتطوير وسائل الحد من انتشار هذه الملوثات في البيئة، والتخلص منها.

والجدير بالذكر أنه توجد في الطبيعة بعض العناصر المشعة، أهمها: اليورانيوم والثوريوم وغيرها. وتقوم الدول باستكشاف ما بها من اليورانيوم؛ لاستخدامه في البرامج النووية وللأغراض التجارية. وتتضمن دورة الوقود النووي تشغيل المنشآت الخاصة بمراحل تحويل اليورانيوم، وتصنيع وحدات الوقود النووي. وينتج عن ذلك كميات هائلة من النفايات المشعة، تتضمن عديداً من النظائر المشعة لليورانيوم، ومجموعة كبيرة من نواتج الانشطار النووي. وتتجمع النفايات المشعة في صورة مختلفة (غازية وسائل صلبة)، والتي يمكن تقسيمها الى مجموعتين:

\* النفايات المشعة قصيرة العمر (Short lived wastes)، والتي تحتوى على نظائر مشعة، يتراوح نصف عمرها حتى ٣٠ عاماً.

\* النفايات المشعة طويلة العمر (long level or lived wastes)، والتي تحتوى على نظائر مشعة، يزيد نصف عمرها عن ٣٠ عاماً.

#### ١ - الإنسان والنفايات المشعة :

يتأثر الإنسان بالتلوث الاشعاعى الذى يوجد فى البيئة المحيطة به، ويتأثر به بصورة مباشرة أو غير مباشرة؛ نتيجة لدورة الملوثات المشعة فى البيئة، وتناول بعض الأغذية والمشروبات الملوثة. وفيما يلى بعض صور الملوثات المشعة :

#### أ - الانتشار الجوى (Atmospheric dispersion) :

تعتبر من أهم عوامل انتقال المواد المشعة الناتجة من التسرب الاشعاعى، أو من المحطات فى بعض المنشآت النووية. ويلعب الهواء دوراً مهماً فى انتقالها عبر الحدود الإقليمية بين الدول المجاورة مما يؤثر على الإنسان تأثيراً مباشراً وتساقط الغبار الذري على الاراضى

ما تم رصده من نظائر مشعة بعد حادثة مفاعل تشيرنوبيل عام ١٩٨٦

Nuclide	Half - Life	Major decay
H-3	12.35a	$\beta^-$
Sr-89	50.5d	$\beta^-$
Sr-90	28.7d	$\beta^-$
Zr-95	64.09d	$\beta^- \gamma$
Nb-95	35.0d	$\beta^- \gamma$
Mo-99	2.7476d	$\beta^- \gamma$
Ru-103	39.272d	$\beta^- \gamma$
Ru-106	372.6d	$\beta^-$
Ag-110m	249.79d	$\beta^- \gamma$
Cd-115	2.2d	$\beta^- \gamma$
Sb-125	1008.1d	$\beta^- \gamma$
Sb-127	3.9d	$\beta^- \gamma$
Tc-129m	33.6d	$\beta^- \gamma$
Tc-131m	30.0d	$\beta^- \gamma$
Tc-132	3.204d	$\beta^- \gamma$
I-131	8.021d	$\beta^- \gamma$
I-133	20.3h	$\beta^- \gamma$
Cs-134	754.2d	$\beta^- \gamma$
Cs-136	13.0d	$\beta^- \gamma$
Cs-137	30.0a	$\beta^-$
Ba-140	12.751d	$\beta^- \gamma$
Ce-141	32.50d	$\beta^- \gamma$
Ce-144	248.45d	$\beta^- \gamma$
Np-239	2.355d	$\beta^- \gamma$
Am-241	432.0a	$\alpha \gamma$
Cm-242	162.94d	$\alpha$
pu-238	87.70a	$\alpha$
Pu-239/240	$2.411 \times 10^4 \text{ a} / 6.563 \times 10^3 \text{ a}$	$\alpha / \alpha$
Pu-241	14.35a	$\beta^-$
Pu-242	$3.735 \times 10^3 \text{ a}$	$\alpha$

Half - life given in minutes (min), hours (h), days (d) and years (a). One year = 365.25 days.

الزراعية ومصادر المياه يترتب عليه تلوث المواد الغذائية والمشروبات، وبالتالي الضرر المباشر للإنسان.

#### ب - الانتشار المائي (Aquatic dispersion) :

تنتقل الملوثات الإشعاعية عبر المياه إلى الإنسان. ويتوقف هذا على معدل التخفيف وكمية مياه الصرف الملوثة، وما تحتويه من نظائر مشعة.

وتنتقل الملوثات الإشعاعية السالفة الذكر إلى الإنسان؛ نتيجة امتصاص هذه المواد وترسيبها في بعض النباتات، أو في الأنهار أو مصادر المياه المختلفة. وتنتقل إلى الإنسان؛ نتيجة تواجده في أماكن بالقرب من تخزين النفايات المشعة ومصادر المياه الملوثة.

#### ج - المواد الغذائية المحتوية على النظائر المشعة :

تعتبر الأغذية بصفة عامة والألبان ومنتجاتها بصفة خاصة من المواد المهمة لتركيز النظائر المشعة لعناصر اليود والسترونشيوم والسييزيوم والمنجنيز نتيجة انتشار الملوثات المشعة بالأماكن الزراعية والأسماك والمنتجات البحرية يتركز بها عديد من العناصر المشعة.

#### رابعا : البيئة والمبيدات الحشرية:

من المعروف أن المبيدات الحشرية من العوامل الرئيسية في تلوث البيئة؛ فقد وجد أنها تؤثر على الموصلات العصبية، التي توجد في الجهاز العصبي.

وتنقسم المبيدات الحشرية إلى ثلاثة مجموعات رئيسية :

١ - المركبات العضوية الفوسفورية (Organophosphorus Comp.): يطلق على هذه المجموعة الغازات العصبية (Nerve gas)، وتشمل: الاسترات والأميدات لحمض الفوسفوريك.

٢ - مركبات الكلوريدات العضوية Organochlorine: استخدمت هذه المركبات على نطاق واسع في جميع الأغراض الزراعية ولللقضاء على الحشرات، وتتميز هذه

المجموعة بأنها ذات :

أ - مقدرة على الذوبان فى الدهون، ولذا فإن لها تأثيراً قوياً على الإنسان .

ب - تركيب كيميائى ثابت .

ج - معدل بطئ فى التكسير أو التحويل البيولوجى؛ ولهذا فان تأثير هذه المركبات قوي لثباتها فى البيئة لأعوام، وبالتالي تتوارث تأثيرها الأجيال .

ومن أمثلة هذه المجموعة: د. د. ت (DDT) والليندال (Lendal)

٣ - مجموعة الكارباميد Carbamate :

تستخدم هذه المجموعة فى القضاء على الحشرات والطحالب والسوس . وتستخدم على نطاق واسع؛ وذلك لتأثيرها القوى الممتد المفعول . ومن الآثار السامة لكل من الكارباميد والمركبات الفوسفورية: منع نشاط الإنزيم المحلل للاستيل كولين (Acetylcholin esterase)؛ مما يؤدي إلى تراكم الاستيل كولين على المستقبلات الخاصة به، وظهور أعراض سمية، مثل إسالة الدموع واللعاب، والتشنج الذى يؤدي إلى الموت .

ومن الأنواع الشائعة من مجموعة الكارباميد مادة الكارباريل Carbaryl، وهي عبارة عن بللورات بيضاء، لا تذوب فى الماء، وثابتة فى درجات الحرارة العالية، وتحلل فى الوسط القاعدى .

ويحدث لها تكسير فى التربة، عن طريق التحليل الكيميائى والميكروبي فى التربة والماء والنبات .

هذا .. ويحدث امتصاص سريع للكارباريل فى الرئتين والقناة الهضمية، وأيضاً عن طريق الجلد .

ووجد أن ٨٥٪ مج / كجم من الكارباريل، تؤدي إلى نقص فى كمية التريبستوفين، وأيضاً ٦٠ مج / كجم تؤثر على السيروتونين فى منطقة تحت المهاد البصرى بالمخ .

ومن دراسات عديدة فى هذا المجال، وجد أن الكرباريل له تأثير قوي على الكاتيكول أمين مثل السيروتونين والنورابينفرين والدوبامين؛ مما يؤدي الى حدوث رعشة في الجسم.

#### ٤ - كربون رباعى الكلوريد (Carbon tetrachloride) :

اكتشف فى عام ١٨٤٩، وكان يستخدم فى الاغراض الطبية، ولكن الآن أصبح استخدامه قليل؛ نظرا لاعراضه الجانبية. ويستخدم على نطاق واسع فى تخزين الحبوب، وقليل فى حفظ الاطعمة.

##### الأعراض السمية:

١ - يغير من طبيعة الغشاء الدهني للشبكة الاندوبلازمية بالكبد، وهذه اولى علامات تأثيره على الكبد.

٢ - يمنع تكوين البروتينات.

٣ - يمنع إفراز الجليسيرات الثلاثية من الكبد الى البلازما.

٤ - يعمل علي خفض نشاط الإنزيمات المختلفة بالكبد مثل GoT & GpT .

ومن الدراسات الحديثة وجد ان له تأثيراً مهماً على أحادية الامين (الكاتيكول أمين) فى الجهاز العصبي المركزى.

وخلاصة لذلك فإن الاعراض السمية للمبيدات الحشرية تؤدي إلى تحطيم الخلايا داخل الجهاز العصبي، وتغير من طبيعتها ووظيفتها، وبالتالي يؤدي الى تغيير السلوك، لارتباطه الوثيق بالجهاز العصبي؛ ولهذا لابد من الحد من استخدام هذه المبيدات حفاظا علي الصحة والبيئة.

وبعد هذا الاستعراض لاعراض التلوث البيئي.. فإنه يجب الحفاظ على البيئة وعدم إلقاء النفايات فى المسطحات المائية، وإيجاد مرشحات للمصانع؛ لمنع وجود الأدخنة فى الجو، والحد من استخدام المبيدات الحشرية؛ حتي لا يصاب الإنسان بهذا الكم الهائل من الامراض.

## شرح المصطلحات





## شرح المصطلحات

### GLOSSARY

– الجهاز العصبى **Nervous system** :

هو الجهاز الذى ينظم الوظائف الحيوية المختلفة بالجسم، وهو يصل بين أجزاء الجسم، التي تشعر بالمؤثر الخارجى، بأجزاء الجسم التي تستجيب لهذا المؤثر.

– الخلية العصبية **Nerve cell** :

هي وحدة بناء الجهاز العصبى، وتقوم بتوصيل المعلومات فى صورة سيال عصبى.

– السيال العصبى **Impulse** :

هو عبارة عن ومضة كهروكيميائية؛ لتوصيل المعلومات بسرعة من خلية عصبية إلى أخرى.

– المحور **Axon** :

هو الجزء الواصل من نهاية الخلية العصبية.

– جسم الخلية **Cell body** :

الجسم المتوسط الذى يحتوى على نواة.

– الزوائد الشجرية **Dentrities** :

هي مستقبلات للخلية العصبية.

– التشابك العصبى **Synaps** :

الفجوة الواقعة بين محور خلية والخلية العصبية التي تليه.

– الموصلات العصبية **Neurotransmitters** :

هي مواد كيميائية، توجد فى نهايات الخلايا العصبية، وتعمل كوسيط لنقل المعلومات.

- الغذاء - الطعام **Diet - food** :

هو أى شئ يمكن تناوله على صورة سائلة أو صلبة وأحياناً غازية، ويمد الجسم بالعناصر الغذائية المختلفة.

- التغذية **Nutrition** :

هي مجموع العمليات، التي يحصل بها الكائن الحي على المواد اللازمة له، ويحولها في الجسم لاستعمالها في حفظ حياته.

- العناصر الغذائية **Nutrients** :

هي مواد لا يمكن تخليقها داخل الجسم، ولا بد من توافرها في الوجبة الغذائية.

- الامتصاص **Absorption** :

هي عملية يتم فيها انتقال المادة من وسط إلى الوسط الآخر عن طريق الماء.

- الانتشار :

عملية عشوائية تنتقل فيها المادة من الوسط الأعلى تركيزاً إلى الوسط الأقل تركيزاً.

- الانتشار النشط :

انتقال المادة من الوسط الأقل تركيزاً إلى الوسط الأعلى تركيز، ويحتاج الى طاقة.

- العملية اللاهوائية **Anaerobic** :

هي العملية التي تتم في غياب الاكسجين .

- السعرات الحرارية **Calorie** :

وحدة قياس الحرارة في الهندسة وفي الطبيعة، وهذا يعني أن الكيلو سعر = ١٨٤٤ ر جول، وهي كمية الطاقة اللازمة لرفع حرارة ١ كيلو جرام من الماء من ١٤٥٠ الى ١٥٠ درجة مئوية.

- هدم الجلوكوز Glycolysis :

تكسير السكريات او الكربوهيدرات .

- المواد البروتينية proteins :

هي مجموعة من المواد الغذائية، تحتوى على الكربون والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين .

- الأحماض الامينية Amino acids :

وحدة بناء البروتين، ويوجد منه حوالى ٢٠ نوعاً مختلفاً .

- الأحماض الأمينية غير الاساسية Non essential amino acids :

أحماض امينية يستطيع الجسم تكوينها ومن المفضل وجودها في الوجبة الغذائية .

- الاحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids :

أحماض أمينية لا يستطيع الجسم تكوينها، ويحصل عليها من الوجبة الغذائية .

- تغير حالة البروتين Denaturation :

تغير في حالة البروتين، وشكله عن طريق درجة الحرارة أو الوسط الحامضى او القاعدى، وبصفة عامة هو تكسير الروابط الهيدروجينية فى جزئ البروتين .

- الإنزيمات Enzymes :

هي بروتينات تعمل كعامل مساعد فى العمليات الكيميائية، وتعمل على تقليل الطاقة اللازمة لاتمام هذه التفاعلات (Activation energy) .

- الاجسام المضادة Antibodies :

بروتين يوجد فى الدم، ينتج عن الجهاز المناعى؛ لمهاجمة الاجسام الغريبة .

- مرافق الإنزيم Co-Enzyme :

مواد تتحد بالإنزيمات الخاصة بها، وتجعلها في حالة نشطة، ومعظمها مجموعة من الفيتامينات .

- الهضم Digestion :

هى العملية التي عن طريقها يتحول الطعام فى القناة الهضمية إلى مكوناته الأولية؛ ليسهل امتصاصه .

- أحاديات الأمين Monoamins :

مشتقات لحمض أمينى واحد، وتوجد فى المخ كموصلات عصبية .

- التريبتوفان tryptophan :

حمض أمينى يتحول إلى نياسين فى الجسم .

- النورابينيفرين Norepinephrin :

مركب مشتق من الحمض الامينى تيروسين . عندما يفرز من الغدة الكظرية « جاز الكلوية »، يعمل كهرمون، وعندما يفرز من الخلية العصبية يعمل كموصل عصبى فى المخ .

- الدوبامين Dopamine :

مركب مشتق من الحمض الامينى تريبتوفان، وهو من أهم الموصلات العصبية فى المخ .

- الاستيل كولين Acetyl choline :

من الموصلات العصبية التى توجد فى الجهاز الباراسمبثاوى، ويشترك فى الاستيل مرافق الإنزيم أو الكولين .

- القيمة البيولوجية (B.V.) : **Biological value** :  
تعيين كمية البروتين، عن طريق قياس كمية الغذاء، التي تساعد فى الاحتفاظ بكمية النيتروجين .
- الاستفادة المثلث للبروتين (NPU) : **Net protein utilization** :  
هى قياس كمية البروتين المتبقية الى كمية البروتين المتغذى عليها .
- معدل كفاء البروتين : **Protein Efficiency** :  
قياس كمية البروتين، التي تساعد فى زيادة الوزن فى حيوانات التجارب .
- الاتزان النيتروجينى : **Nitrogen balance** :  
كمية النيتروجين المستهلكة الى كمية النيتروجين المفقودة عن طريق الإخراج .
- التحول الغذائى : **Metabolism** :  
هى التغيرات التي تحدث لنوائج هضم المواد الغذائية بعد امتصاصها من القناة الهضمية وانتقالها، بواسطة الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة .
- التحول البنائى : **Anabolism** :  
هو تحويل المواد البسيطة التركيب إلى مواد معقدة التركيب .
- التحول الهدمى : **Catabolism** :  
هى تحويل المواد البسيطة التركيب إلى ثاني أكسيد الكربون وماء و طاقة .
- المواد الكربوهيدراتية : **Carbohydrates** :  
مجموعة من المواد الغذائية، تحتوى على الكربون والهيدروجين والأكسجين، وتكون نسبة الهيدروجين والأكسجين مثل نسبة وجودهما فى الماء ٢ : ١ .
- الجلوكوز : **Glucose** :  
أحادى السكر، وهو المصدر الرئيسى لإعطاء الطاقة فى الجسم .

– الجليكوجين Glycogen :

الصورة التي يخزن عليها الجلوكوز، ويوجد في الكبد والعضلات .

– النشا Starch :

من السكريات المعقدة أو المركبة، وهو عبارة عن سلسلة من الجلوكوز، مرتبطة مع بعضها بروابط مستقيمة وروابط فرعية .

– الفركتوز Fructose :

أحادي التسكر، ويوجد في الفاكهة .

– جلاكتوز Galactose :

سكر أحادي يوجد متحداً بالجلوكوز؛ ليكون سكر اللبن « لاكتوز » .

– المالتوز Maltose :

سكر ثنائي عبارة عن ٢ جلوكوز .

– اللاكتوز Lactose :

سكر ثنائي عبارة عن جلوكوز + جلاكتوز .

– السكروز Sucrose :

سكر ثنائي عبارة عن جلوكوز + فركتوز .

– اللاكتاز Lactase :

إنزيم يوجد في الأمعاء، ويقوم بتكسير سكر اللبن « لاكتوز » إلى مكوناته « جلوكوز + جالاكتوز » .

– سكرينز (Invertase) Sucrase :

إنزيم يوجد في الأمعاء، ويقوم بتكسير السكروز إلى مكوناته « جلوكوز + فركتوز » .

– الأميلز Amylase :

إنزيم يوجد في الفم بكمية قليلة، وفي الامعاء، وهو يفرز من البنكرياس، ويقوم بتحويل النشا إلى مالتوز .

– الماليتز Maltase :

إنزيم يوجد في الامعاء، يقوم بتحويل المالتوز إلى مكوناته جلوكوز + جلوكوز .

– مستوى السكر في الدم Blood-sugar level :

هي كمية الجلوكوز في الدم، وتعتبر ثابتة في الافراد ذوى الصحة الجيدة .

– الإنسولين Insulin :

هرمون يصنع في البنكرياس، وهو مهم في بقاء نسبة الجلوكوز ثابتة في الدم، وذلك عن طريق إدخاله إلى الخلايا، ويتحول إلى جليكوجين في الكبد .

– الجلوكاجون Glucagon :

هرمون يفرز من الكبد، ويقوم بزيادة نسبة السكر في الدم، وذلك عن طريق تحويل الجليكوجين الى جلوكوز .

– المواد الدهنية Fats :

هي مواد غذائية تحتوى على الكربون والاكسجين والهيدروجين، وتمد الجسم بالطاقة، وتدخل في تركيب الخلية .

– الخلية الدهنية Fat cell :

مجموعة من الخلايا مخصصة لتخزين الدهون .

– الأحماض الدهنية Fatty acids :

هي وحدة بناء الدهون باتحادها مع الجليسرول، وتكون مشبعة أو غير مشبعة .

– الأحماض الدهنية المشبعة **Saturated fatty acids** :

هى الاحماض الدهنية التي لا تحتوى على رابطة ثنائية.

– الاحماض الدهنية غير المشبعة **Unsaturated fatty** :

هى الاحماض الدهنية التي تحتوي على رابطة ثنائية أو أكثر.

– الدهون المفسفرة **phospholipids** :

أحد أنواع المواد الدهنية، وفيها يحل الفوسفور محل حمض دهنى .

– الليسيثين **Lecithin** :

الدهون المفسفرة، ذات دور حيوى فى تكوين غشاء الخلية، ويعمل كمستحلب .

– الكوليستيرول **Cholestrol** :

من المواد الدهنية، ويوجد فى جميع خلايا الجسم، يقوم الكبد بتصنيعه، ويستخدم فى تكوين العصارة الصفراوية والهرمونات الجنسية ..

– الفيتامينات **Vitamins** :

مواد عضوية، توجد فى الطعام بكميات قليلة، وهى مهمة للنمو، وتجعل الجسم بصحة جيدة. بعضها يذوب فى الماء مثل فيتامين ج ومجموعة فيتامين ب، والبعض الآخر يذوب فى الدهون مثل أ، د، هـ، ك.

– البرى برى :

مرض ينتج من نقص فيتامين ب<sub>١</sub> ومن أعراضه: فقد الإحساس بالاطراف، وتعب فى العضلات .

– الريبوفلافين **Riboflavin** :

فيتامين ب<sub>٢</sub> .



- النياسين Niacin :

فيتامين ب<sub>٣</sub> .

- البلاجرا :

مرض ناتج من نقص النياسين، ومن أعراضه : الإسهال والتهاب بالجلد .

- سيانوكوبل أمين Cyanocopl amine :

فيتامين ب<sub>١٢</sub> .

- الأنيميا الخبيثة :

مرض ينتج من نقص فيتامين ب<sub>١٢</sub> ، وهى عبارة عن كبر وعدم نضج كرات الدم الحمراء، وتؤدى إلى أضرار بالجهاز العصبى .

- البيريدوكسين :

فيتامين ب<sub>٦</sub> .

- الأملاح المعدنية Minerals :

مركبات غير عضوية، يحتاجها الجسم للقيام بوظائفه الحيوية .

- الأملاح المعدنية الأساسية Major minerals :

هى الاملاح المعدنية التى يحتاجها الجسم بكميات كبيرة نسبيا فى الوجبة « حوالى ١٠٠ مجم / اليوم »، وتشمل الكالسيوم والكلور والصوديوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والفوسفور والكبريت .

- الأملاح المعدنية القليلة نسبيا Trace minerals :

هى الاملاح التى يحتاجها الجسم بكميات قليلة نسبيا، مثل : الحديد والزنك .

- مضافات الطعام Food additives :

هى مواد تضاف إلى المواد الغذائية؛ وذلك لحمايتها، وزيادة مدة صلاحيتها، وإعطائها قوام مناسب ونكهة ولون مستحبين .

- المستحلب **Emulsifire** :

مواد لها المقدرة على تكسير حبيبات الدهون فى الماء، وتحويلها إلى جزئيات صغيرة؛ لتكوين محلول متماثل صعب الفصل.

- المحلول الغايد **Buffer** :

المركب الذى يساعد فى ثبات المحلول الحمضى أو القاعدى.

- الإشعاع **Radiation** :

طريقة لتوصيل الحرارة من مكان إلى مكان آخر، غير متصلين ببعضهما.

- التيبس **Rigor** :

تصلب غير عكسى، يحدث فى العضلات أو الأنسجة، ويجعلها لا تستجيب لآى مؤثر.

- البيئة **Ecology** :

الوسط الذى يحيط بالإنسان ويعيش فيه.

- التلوث :

اختلاط أى شىء غريب بمكونات المادة.

- الهيدروكربونات :

مركبات عضوية تتكون من اتحاد الهيدروجين والكربون.

- المبيدات الحشرية **Pesticides** :

مواد كيميائية تستخدم فى القضاء على الحشرات والآفات والجراثيم والطحالب، ومن الممكن أن تزيد من مشاكل التلوث.

## المراجع



## أولاً المراجع العربية

- ١ - د. فؤاد خليل - د. محمد رشاد الطوبى - د. أحمد حماد الحسينى - د. محمود حافظ - د. عطا الله خلف الدوينى: علم الحيوان العام لطلبة الجامعات والمعاهد العليا. مكتبة الأنجلو المصرية ص ٩٠١ - ١٠٤١ (١٩٧٦).
- ٢ - محمد عبد القادر الفقى: البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث « رؤية إسلامية ». مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع، ص ٨ - ٦٧. (١٩٩٣)
- ٣ - محمد الصاوى محمد مبارك: البحث العلمى: أسسه وطريقة كتابته. المكتبة الأكاديمية - الطبعة الأولى ١٩٩٢.
- ٤ - تقرير عن مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية والبيئة « قمة الأرض » فى ريودى جانيرو، الفترة من ٣ آلى ١٤ / ٦ / ١٩٩٢ - الهيئة العامة للاستعلامات - وزارة الإعلام.
- ٥ - وقائع المؤتمر الثاني للاستخدام السلمية للطاقة الذرية- الجزء الأول ، اكتوبر ١٩٩٥ - الهيئة العربية للطاقة الذرية - تونس بالاشتراك مع هيئة الطاقة الذرية المصرية فى الفترة من ٥-٩ / ١١ / ١٩٩٤. الناشر الهيئة العربية للطاقة الذرية.

## ثانياً : المراجع الأجنبية

- American Medical Association (1983)  
Sodium in processed foods, J. of Am. Med. Ass. 249 (6): 784-798.
- American Medical Association (1987).  
Vitamins as dietary supplements and as therapeutic agent, J.of  
American Medical Ass. 257 (14) :1929-1936.
- American Dietetic Association (1991).  
Position of the american Dietetic Association, Fat replacement, J. of  
Am. Dietetic As. 19 (10) : 1285 - 1288.
- Albin, R. L.; Albers, J. W.; Greenberg, H. S.; Townsend, J. B.; Lynn,  
R.B.; Burke, J. M. and Alessi, A. G. (1987).  
Actue sensory neuropathy-neuropathy from pyridoxine over dose.  
Neurology, 37: 1729-1732.
- Anthony, D.C. and Graham, D.G. (1991).  
Toxic responses of the nervous system In: Toxicology, the basic  
science of poisons, 4th. ed. Pergamon Press, pp. 407-429.
- Arnold, L.E.; Christopher, H; Huestis, R.D. and Smeltzer, D.J. (1978)  
Megavitamins for minimal brain dysfunction, J. American Med. Ass.  
240: 2642-2643.
- Avioli, L.V. (1988).  
Calcuim and phosphorus In modern nutrition in Health and Disease,

- 7th ed., M.E. Shils and V.R. Young, pp. 142-158, Philadelphia, Lea & Febiger.
- Babsky, E.; Khodorov, B.; Kositsky, G. and Zubkov, A. (1975).  
Human Physiology. Vol. (1), edited by E. B. Babsky translated form the Russian by Aksenovce, L. Translation Edited by H. C. Creighton English translation, Mir Publishers, Moscow.
- Barclay, L.L.; Gibson, G.E. and Blass, J.P. (1981)  
The string test: An early behavioral change in thiamine deficiency.  
Pharmacology, Biochem. and Behav. 14:153-157.
- Berdick, M. (1982)  
Safety of food colors.  
In Nutritional toxicology, Vol. I, ed. J.N. Hathcock, pp. 383-434.  
New York: Academic Press.
- Bender, D. A. and Totoe, L. (1984)  
High doses of Vit B2 in rat  
J. Neurochem., 43 (3): 733-736.
- Bunyan, J.E.; Murrell, A. and Shah, P.P. (1976)  
The induction of obesity in rodents by means of monosodium glutamate.  
British J. of Nutrition 35:25-39.
- Callaway, C. W. (1987)  
Statement of vitamin and mineral supplements, J. of Nutrition 117: 1649.
-

- Comporti, M. (1985)  
Lipid peroxidation and cellular damage in toxic liver injury, Lab, Invest., 53:599-923.
- Conners, C.K. (1980)  
Food additives and hyperactive children, New York: Plenum.
- Cohen, S. M. (1986)  
Saccharin: Past, present and future, J. of American dietetic Assoc. 86 (7): 929-931.
- Dakshinamuzti, K.; Sharma, S.K. and Bouk, D. (1988)  
Monoamines in thiamine deficient rats; Neurochem. Res., 13(12): 1199-1206.
- Dallman, P.R. (1986)  
Biochemical basis for the manifestation of iron deficiency; Annual Review of Nutrition 6: 13-40.
- Deboyser, D.J.; Goethals, F.; Krach, G. and Roberfroid, M. (1989)  
Investigation into the mechanism of tetracycline induced steatosis: study in isolated hepatocytes. - Toxicol. Appl. pharmacol., 97: 473-479.
- Devlin T.M. (1986)  
Textbook of biochemistry with clinical correlations 2nd. ed. New York, Jhon Wiley, 1986, p. 980.



- Dianzani, M.U. (1979)

Reactions of the Liver to injury: Fatty liver. In Farber, E., and Fisher, M.M. (des): Toxic injury of liver, part A. Marcel Dekkar, Inc., New York, pp. 281-331

- Dipalma, J.R. (1990)

Tartrazine sensitivity; Am. Fam. Physician, 42 (5): 1347-1350.

- Dreyfus, P.M. (1988)

Vitamins and neurological dysfunction. In Nutritional modulation of neural function. ed. Morley, J.E.; M.B. Serman, and J.H. Walsh, pp. 155-164. New York: Academic Press.

- Drummond, K. E. (1994)

Nutrition for the food service professional 2nd. ed., Van Nostrand Reinhold, New York.

- Ecobichon, D.J. (1991)

Toxic effects of pesticides

In: Toxicology - The basic of poisons 4th. ed. - Pergamon Press  
Member of Maxwell Macmillan. Pergamon Publishing Corporation,  
pp. 656-622.

- Edgerton, V.R.; Ohira, Y.; Gardner, G. W. and Senewiratne, B. (1982)

Effects of iron-deficiency anemia on voluntary activities in rats and humans. In Iron deficiency: Brain biochemistry and behavior, ed. E. pollitt and R.L. Liebel, pp. 141-160. New York: Raven Press.

- FAO/WHO

Food additives, Data system evaluation by joint FAO/WHO Expert committee on food additives, 1956-1984, Director Publications division, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

- Fernstrom, J.D. (1997)

Effects of the diet on brain neurotransmitters, *Metabolism* 26: 207-322.

- Fernstrom, J.D. (1986)

Acute and chronic effects of protein and carbohydrate ingestion on brain tryptophan levels and serotonin synthesis., *Nutrition reviews*/ supplement 25-36.

- Galler, J.R.; Ramsey, F.; Solimano, G. and Lowell, W.E. (1983)

The influence of early malnutrition, on subsequent behavioral development, classroom behavior. - *J. of Child Psychiatry* 22: 16-22.

- Ganong, W.F. (1975)

Review of medical physiology 7th edition, Lange Medical Publication Los Altos, California.

- Garattini, S. (1979)

Evaluation of the neurotoxic effects of glutamic acid. In: *Nutrition and the brain*, vol. 4, ed. Wurtman, R. J. and J. J. Wurtman, pp. 97-124, New York, Raven Press.

- Goodman, G. A.; Goodman, L. S. and Gilman, A. (1980).  
The pharmacological basis of therapeutics. Sixth ed., Macmillan Publishing Co. Inc., New York.
- Guthrie, G. M.; Masangkay, A. and Guthrie, H. A. (1976)  
Behavior, malnutrition and mental development. Gross-cultural Psychology 7: 169-180.
- Grundy, S. M. (1990)  
Cholestral and coronary heart disease. Fuyure direction. - J. of Am Medical Ass. 264:3053.
- Halas, E.S. (1983)  
Behavioral changes accompanying zinc deficiency in animals. In Neurobiology of trace elements. Vol 1, ed. ,I. E. Drosti and R. M. Smith, pp. 213, 243. Califton, N. J. Humana press.
- Halkerston, J.D.K.  
The National Medical series for independent study. 2nd. ed., Biochemistry National Medical Series from Williams & Wilkins Baltimore, Hong Kong, London, Sydney.
- Hamilton, E. N.; Whitney, E. N. and Sizer, F. S. (1991)  
Nutrition concepts and controversies 5th ed., West Publishing Co. Stapul, New York, los Angles, San Francisco.
- Harper, H. A. (1971).  
Review of physiological chemistry, 13 ed., Lange Medical Publication Maruzan Co. Ltd.

- Haslam, R. H. A.; Dalby, J. T. and Rademaker, A. w. (1984)  
Effect of megavitamin therapy on children with attention deficit disorders. - *pediatrics*, 74: 103-111.
- Hassan, A. (1971)  
Pharmacological effects of carbaryl.  
I. The effect of carbaryl on the synthesis and degradation of catecholamines in the rats. - *Biochem. Pharmacol.*, 20:2299-2308.
- Hautvest, J.G. A.J. (1987)  
Panel summary statements: proteins and selected vitamins.- *Am. J. of clinical Nutrition* 45 (5): 1044-1046.
- Hekman, S.B.; Roberts, S.L. and Hekman, F.M. (1988)  
Integrated principles of zoology, 8th ed. Times Mirror, Mosby College Publishing.
- Herbert, V. and Colman, N. (1988).  
Folic acid and vitamin B 12. In *modern nutrition in health and disease*. 7th ed., M. E. Shils and V. R. Young, pp. 366-418. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Hutchinson, A. P.; Carrick, B.; Miller, K. and Nicklin, S. (1992)  
Adverse reaction to synthetic food colours interactions between tatzine and muscarinic acetylcholine receptors in isolated guinea-pig ileum. - *Toxicol. Lett.*, 60(2): 165-173.

- Kanarek, R.B.; Marks-Kaufman, R. (1991)  
Nutrition and Behavior. Published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Kaney uki, T.; Morismasa, T. and Shohmori, T. (1988)  
Influence of pyridoxine on binding of serotonin receptor in CNS of rat.- Neurosci., 18 (2): 83-88.
- Kubo, T.; Kohira R.; Okano, T. and Ishikawa, K. (1993)  
Neonatal glutamate can destroy the hippocampal CAI structrue and impair discrimination lerning in rats. - Brain Res. 616 (1-2): 311-314.
- Laidlaw, S. A. (1986)  
Indispensable amino acids. - Nutrition and the MD. (August), pp. 1-3
- Lamb, R. G.; McCue, S. B.; Taylor D. R. and McGuffin, M. A. (1984)  
The role of phospholipid metabolism in bromobenzene and carbon tetrachloride depenent hepatocyte injury - Toxicol. Appl. pharmacol., 75:510-520
- Lee, N. S.; Muks, G.; Wagner, G.C. and Reynolds, R.D. (1988)  
Enhanced sensitivity of cerebral purkinje cells to thiamine deficiency  
Brain Res.; 18: 327: 249-258.
- Levine, A.S.; Labuza, T.P. and Morley, J.E. (1985)  
Food technology a primer for physicians - New England J. of Medicine 312, 628-633.

- Levine, R. (1986)

Monosaccharides in health and disease. - Annual Rev. of Nutrition 6:  
211-224.

- Lipton, M.A.; Mailman, R.B. and Nemeroff, C.B. (1979)

Vitamins, megavitamin therapy and the nervous system. In nutrition  
and the brain, vol. 3. ed. by R.J. Wurtman and J.J. Wurtman, pp.  
183-264. New York, Raven Press.

- Lovenberg, W.M. (1986)

Biochemical regulation of brain function. - Nutrition  
reviews/supplement May, 6-11.

- Mattes, J.A. and Gittelman, (1981)

Effects of artificial food colorings in children with hyperactive  
symptoms. - archives of general psychiatry 38: 714.

- McIlwain, H. and Bachelard, H. B. (1985)

Biochemistry and the central nervous system. New York: Churchill  
livingstone.

- Mertz, W. (1981)

The essential trace elements - Science 213 (4514): 1332 - 1338.

- Mertz, W. (1983)

The significance of trace elements for health. - Nutrien today  
Septemper/October 26 - 31.

- Mesquita, M.; Seabra, M. and halpern, M. J. (1987)  
Simple carbohydrates in the diet Am. J. of clin Nutrition 45 (5): 1197 - 1201.
- Nagaraja, T., N. and Desiraju, T. (1993)  
Effect of chronic consumption of metanil yellow by developing and adult rats on brain regional levels of NE. DA and 5-HT. Food-Chem. Toxicol., 31 (1): 41 - 44.
- Novembre, E.; Dini, L.; Bernardini, R.; Resti, M. and Vierucci, A. (1992)  
Unusual reactions to food additives pediater. - Med. Chir., 14 (1): 39 - 42.
- Nowak, T. S. and Munro, H. N, (1977)  
Effects of protein calorie malnutrition on biochemical aspects of brain development. In nutrition and the brain vol. 2, ed. R. J. Wurtman and J. J. Wurtman, pp 194 - 260. New York, Raven Press.
- Parry, G. J. and Bredsen, D. E. (1985)  
Sensory neuropathy with low dose pyridoxine. Neurology 35: 1466 - 1468.
- Paulose, C. S.; Dakshinamurti, K.; Pacher, S. and Stephens, N. L. (1988)  
Sympathetic stimulation and hypertension in pyridoxine deficient adult rat. Hypertension, 11 (4): 387 - 391.

- Penafiel, R.; Cremades, A.; Monserrate, F. and Puelles, L. (1991)

Monosodium glutamate induced convulsions in rats; Influence of route of administration, temperature and age. Amino acids, 1 (1): 81-89.

- Pennington, J.A. T.; Young B.E.; Wilson, D.B.; Johnson, R.D. and Vanderveen, J.E., (1984)

Nutritional elements in U.S. diets results from the total diet study. J. of Am. Dietetic Ass. 89 (5): 659-664.

- Pennington, J.A.T. (1990)

A review of iodine toxicity reports. J. of Am. Dietetic Ass. 90 (11): 1571-1581.

- Pizzi, W.J. and Barnhart (1976)

Effect of monosodium glutamate on somatic development, obesity and activity in the mouse. Pharmacology, Biochemistry and Behavior 51: 551-557.

- Pollitt, E. (1987)

Effects of iron deficiency on mental development, Methodology considerations and substantive findings. In Nutritional Anthropology, ed. F.E. Johnson, p. 225-254. New York, Alan R. Liss.

- Rulis, A.M. (1987)

Safety assurance margins for food additives currently in use. Regulatory Toxicology and Pharmacology 7: 160-168.



- Rush, D. (1984)

The behavioral consequences of protein energy deprivation and supplementation in early life: An epidemiological perspective. Nutrition and Behavior, ed. J.R. Galler pp. 119-157, New York, Plenum.

- Scrimshaw, N.S. (1969)

Nature of protein requirements. J. of Am. Dietetic Ass. 54 (2): 94-102.

- Sherman, A.R.; Helyar, L. and Wolinsky, I. (1985)

Effect of dietary protein concentration on trace minerals in rat tissues at different ages. J. of Nutrition 115: 607-614.

- Spring, B.J. and Coauthors (1986)

Effects of carbohydrates on mood and behavior. nutrition reviews/supplement May 51-60.

- Steffens, A.B.; Leuvenink, H. and Scheurink, J.W. (1994) Effect of monosodium glutamate with and without guanosine 5-monophosphate on rate autonomic responses to meals. Physiol. Behav., 56 (1), 59-63.

- Surgue, M.F. (1987)

Neuropharmacology of drugs affecting food intake. Pharmac. Ther., 32:145-182.

- Swanson, J.M. and Kinsbourne, M. (1980)

Food dyes impair performance of hyperactive children and laboratory learning test. Science 207: 1485-1486.

- Truswell, A.S. (1985)  
Vitamins II. - British Medical J. 291 (6502): 1103-1106.
- Vissek, W.J. (1986)  
Arginine needs physiological state and usual diets. Areevaluation. J. of Nutrition 116: 36-46.
- Weiss, B. (1983)  
The behavioral toxicity of food additives In: Nutrition update, vol. I. ed. J. Weininger and G.M. Briggs, pp. 21-38. New York, Wiley.
- Weiss, B.; Williams J.H. Margen, Abrams, B.; Caan B.; Cirton, L. J.; Cox, C. Mckibben, J; Ogar, D. and Schultz, S. (1980)  
behavioral response to artificial food colors- Science 207: 1487-1488.
- Winter, R. (1989)  
Consumer's Dictionary of Food Additives - New York: Crown.
- Witt, E.D. (1985)  
Neuroanatomical consequences of thiamine deficiency, A comparative analysis- Alcohol Alcoholism 20-221.
- Wurtman, R.J. (1986)  
Effect of food and nutrition on brain function, Ways that food can affect brain- Nutrition reviews/supplement, May 2-11.
- Yetiv, J.Z. (1986)  
Popular Nutritional practices; A scientific Appraisal - Toledo, OH: Popular Medicine Press.

- Young, S.N. (1986)

The effect on aggression and mood of altering tryptophan levels-  
Nutrition reviews/supplement May 112-122.

- Young, S.N. and Ghadirian, A.M. (1989)

Folic acid and psychopathology- Progress in Neuro-  
psychopharmacology and Biological psychiatry 13: 841-863.

- Zametkin, A.J. (1989)

The neurobiology of attention deficit hyperactivity disorder, a synopsis  
- Psychiatric Annals 19: 584-586.

- W.H.O. (1994)

World Health Organization, Geneva, carbaryl, 153.



رقم الإيداع : ٧٨١١ / ٩٩





**عربية للطباعة والنشر**

7 & 10 شارع السلام أرض اللواء المهندسين

تليفون : 3256098 - 3251043

